

明 細 書

不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステル、高分子化合物及びフォトレジスト用樹脂組成物

5

技術分野

本発明は、半導体の微細加工などを行う際に用いるフォトレジスト用樹脂の単量体成分として有用な不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルとその製造法、該不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルに対応する繰り返し単位を含む高分子化合物、該高分子化合物を含有するフォトレジスト用樹脂組成物、及び半導体の製造方法に関する。

10

背景技術

半導体製造工程で用いられるポジ型フォトレジストは、光照射により照射部がアルカリ可溶性に変化する性質、シリコンウエハーへの密着性、プラズマエッチング耐性、用いる光に対する透明性等の特性を兼ね備えていなくてはならない。該ポジ型フォトレジストは、一般に、主剤であるポリマーと、光酸発生剤と、上記特性を調整するための数種の添加剤を含む溶液として用いられるが、用途に応じたレジストを調製するには、主剤であるポリマーが上記の各特性をバランス良く備えていることが極めて重要である。

20

半導体の製造に用いられるリソグラフィの露光光源は、年々短波長になってきており、波長248nmのKrFエキシマレーザーから波長193nmのArFエキシマレーザーに移行しつつある。これらのKrF又はArFエキシマレーザー露光機に用いられるレジスト用ポリマーにおいて、露光によって光酸発生剤から発生する酸により脱離してアルカ

25

リ現像液に対して可溶になる機能を付与するモノマーユニットとして2-メチルアダマンタン-2-イル基や1-アダマンチル-1-メチルエチル基を有するユニットなどが知られている（特開平9-73173号公報等）。しかし、これらのユニットを有する従来のフォトレジスト用樹脂は、感度や現像度の点で必ずしも十分満足できるものではなかった。また、基板密着性、耐エッチング性及び酸脱離性のバランスも十分とは言えなかった。

発明の開示

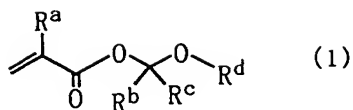
10 本発明の目的は、フォトレジスト用として用いた場合に優れた酸脱離性又は優れた酸脱離性と基板密着性を示す高分子化合物とその単量体、該単量体の製造法、前記高分子化合物を含むフォトレジスト用樹脂組成物、及び該樹脂組成物を用いた半導体の製造方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、基板密着性、耐エッチング性及び酸脱離性をバランスよく備えたフォトレジスト用の高分子化合物と、該高分子化合物を含むフォトレジスト用樹脂組成物、及び該樹脂組成物を用いた半導体の製造方法を提供することにある。

本発明のさらに他の目的は、微細なパターンを精度よく形成できるフォトレジスト用の高分子化合物、フォトレジスト用樹脂組成物、及び半導体の製造方法を提供することにある。

本発明者らは、上記目的を達成するため鋭意検討した結果、特定構造を有する不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルに対応する繰り返し単位を含む高分子化合物をフォトレジスト用樹脂として用いると、優れた酸脱離性又は優れた酸脱離性と基板密着性が発現し、微細なパターンを精度よく形成できることを見出し、本発明を完成した。

すなわち、本発明は、下記式（1）

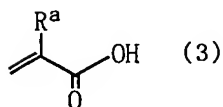


- (式中、 R^a は水素原子、ハロゲン原子、炭素数1～6のアルキル基又は炭素数1～6のハロアルキル基を示し、 R^b は1位に水素原子を有する炭化水素基を示し、 R^c は水素原子又は炭化水素基を示し、 R^d は環式骨格を含む有機基を示す)

で表される不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルを提供する。

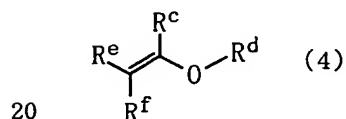
- 前記 R^d における環式骨格としてはラクトン骨格又は非芳香族性多環式骨格が好ましい。

本発明は、また、下記式(3)



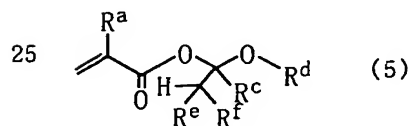
- (式中、 R^a は水素原子、ハロゲン原子、炭素数1～6のアルキル基又は炭素数1～6のハロアルキル基を示す)

で表される不飽和カルボン酸を、下記式(4)



- (式中、 R^e は水素原子又は炭化水素基を示し、 R^f は環式骨格を含む有機基を示し、 R^c 、 R^d はそれぞれ水素原子又は炭化水素基を示す)

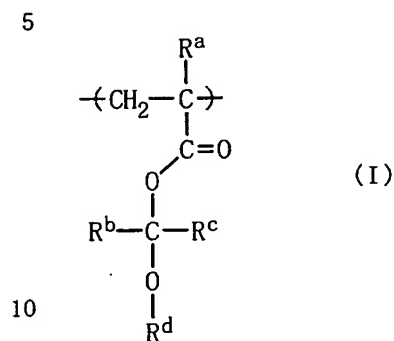
で表されるビニルエーテル化合物と反応させて、下記式(5)



(式中、 R^a 、 R^b 、 R^c 、 R^d は前記に同じ)

で表される不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルを得ることを特徴とする不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルの製造法を提供する。

本発明は、また、下記式 (I)



(式中、 R^a は水素原子、ハロゲン原子、炭素数 1 ～ 6 のアルキル基又は炭素数 1 ～ 6 のハロアルキル基を示し、 R^b は 1 位に水素原子を有する炭化水素基を示し、 R^c は水素原子又は炭化水素基を示し、 R^d は環式骨格を含む有機基を示す)

で表される繰り返し単位を含む高分子化合物を提供する。

この高分子化合物は、さらに、ラクトン骨格含有単量体、環状ケトン骨格含有単量体、酸無水物基含有単量体及びイミド基含有単量体から選択された少なくとも 1 種の単量体に対応する繰り返し単位 [式 (I) で表される繰り返し単位を除く] を含んでいてもよい。また、前記高分子化合物は、さらに、ヒドロキシル基含有単量体、メルカプト基含有単量体及びカルボキシル基含有単量体から選択された少なくとも 1 種の単量体に対応する繰り返し単位を含んでいてもよい。

本発明は、さらに、前記の高分子化合物と光酸発生剤とを少なくとも含むフォトレジスト用樹脂組成物を提供する。

本発明は、さらにまた、前記フォトレジスト用樹脂組成物を基材又は

基板上に塗布してレジスト塗膜を形成し、露光及び現像を経てパターンを形成する工程を含む半導体の製造方法を提供する。

なお、本明細書におけるビニルエーテル系単量体やビニルエーテル化合物には、ビニル基の水素原子が置換基で置換された化合物も含まれる
 5 ものとする。また、ヒドロキシル基等の保護基としては、有機合成の分野で慣用の保護基を使用できる。

本発明によれば、フォトレジスト用として用いた場合に優れた酸脱離性又は優れた酸脱離性と基板密着性を示す高分子化合物とその単量体が提供される。また、本発明のフォトレジスト用樹脂組成物は酸脱離性に優れると共に、基板密着
 10 性、耐エッチング性及び酸脱離性をバランスよく発揮する。このため、半導体の製造において、微細なパターンを精度よく形成することができる。

発明を実施するための最良の形態

〔不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステル〕

15 本発明の不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルは、前記式（１）で表される。式（１）中、 R^a は水素原子、ハロゲン原子、炭素数１～６のアルキル基又は炭素数１～６のハロアルキル基を示し、 R^b は１位に水素原子を有する炭化水素基を示し、 R^c は水素原子又は炭化水素基を示し、 R^d は環式骨格を含む有機基を示す。

20 前記 R^a におけるハロゲン原子には、フッ素原子、塩素原子、臭素原子などが含まれる。炭素数１～６のアルキル基としては、例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、ｓ－ブチル、 t －ブチル、ペンチル、ヘキシル基などが挙げられる。これらの中でも、 C_{1-3} アルキル基、特にメチル基が好ましい。炭素数１～６のハロアル
 25 キル基としては、例えば、クロロメチル基などのクロロアルキル基；トリフルオロメチル、２，２，２－トリフルオロエチル、ペンタフルオ

ロエチル基などのフルオロアルキル基（好ましくは、 C_{1-3} フルオロアルキル基）などが挙げられる。

前記 R^b における1位に水素原子を有する炭化水素基としては、例えば、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、 s -
 5 ブチル基などのアルキル基（例えば C_{1-6} アルキル基、特に C_{1-3} アルキル基）；シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシル基などのシクロアルキル基（例えば3～6員のシクロアルキル基）；シクロペンチルメチル、シクロヘキシルメチル基などのシクロアルキルアルキル基
 [例えば、モノ又はジ-（3～6員シクロアルキル）- C_{1-3} アルキル基
 10]；ベンジル、1-メチルベンジル、1-フェニルベンジル基などのアラルキル基（例えば、モノ又はジフェニル- C_{1-3} アルキル基）などが挙げられる。 R^b としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル基などの C_{1-3} アルキル基が好ましく、特にメチル基が好ましい。

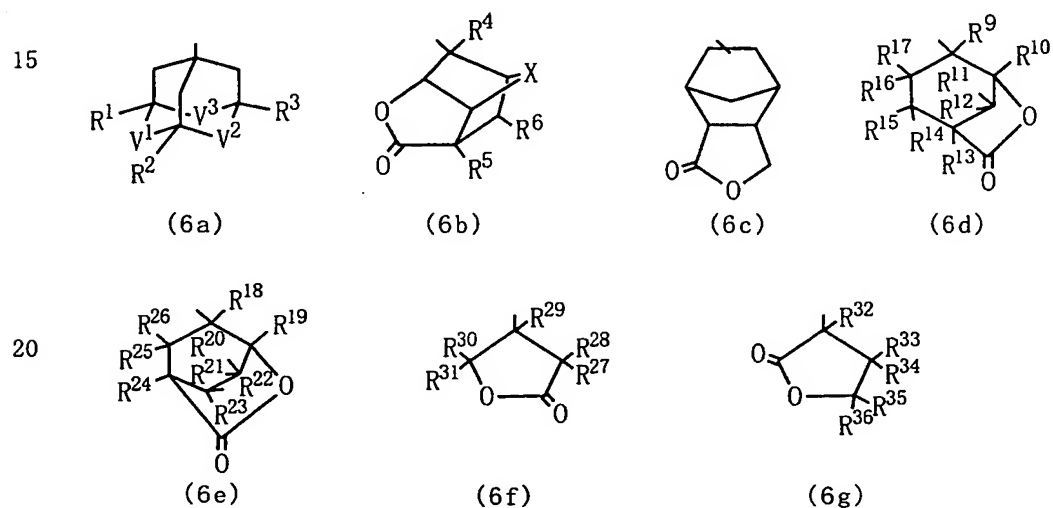
R^c における炭化水素基としては、例えば、メチル、エチル、プロピル
 15 、イソプロピル、ブチル、イソブチル、 s -ブチル基などのアルキル基（例えば C_{1-6} アルキル基、特に C_{1-3} アルキル基）；シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシル基などのシクロアルキル基（例えば3～6員のシクロアルキル基）；フェニル基などのアリアル基などが挙げられる。 R^c としては、水素原子；メチル、エチル、プロピル、イソプロ
 20 ピルなどの C_{1-3} アルキル基が好ましく、特に、水素原子、メチル基が好ましい。

R^d の環式骨格を含む有機基における環式骨格として、ラクトン骨格、及びラクトン骨格以外の環式骨格が挙げられる。

ラクトン骨格には、ラクトン環（例えば、 γ -ブチロラクトン環、 δ -
 25 -バレロラクトン環、 ϵ -カプロラクトン環等）のみからなる骨格のほか、該ラクトン環に非芳香族性又は芳香族性の炭素環又は複素環が縮合

した骨格が含まれる。なかでも、ラクトン環のみからなる骨格、ラク
 トン環に非芳香族性の炭素環又は複素環（特に、非芳香族性炭素環）が縮
 合した骨格が好ましい。ラクトン骨格を構成する環は、メチル基等のア
 ルキル基（例えば、 C_{1-4} アルキル基など）、トリフルオロメチル基など
 5 のハロアルキル基（例えば、 C_{1-4} ハロアルキル基など）、塩素原子やフ
 ッ素原子等のハロゲン原子、保護基で保護されていてもよいヒドロキシ
 ル基、保護基で保護されていてもよいヒドロシアルキル基、保護基で
 保護されていてもよいメルカプト基、保護基で保護されていてもよいカ
 ルボキシル基、保護基で保護されていてもよいアミノ基、保護基で保護さ
 10 れていてもよいスルホン酸基などの置換基を有していてもよい。保護基と
 しては有機合成の分野で通常用いられる保護基が挙げられる。

代表的なラクトン骨格として、下記式（6a）、（6b）、（6c）、（6d
 ）、（6e）、（6f）、（6g）で表される骨格（基）が挙げられる。



[式中、 $R^1 \sim R^6$ 、 $R^9 \sim R^{36}$ は、同一又は異なって、水素原子、ハロゲン原子
 25 、アルキル基、ハロアルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基
 、保護基で保護されていてもよいヒドロシアルキル基、保護基で保護されてい

- てもよいメルカプト基、又は保護基で保護されていてもよいカルボキシル基を示し、Xはアルキレン基、酸素原子、硫黄原子又は無結合を示し、 $V^1 \sim V^3$ は、同一又は異なって、 $-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CO}-$ 又は $-\text{COO}-$ を示す。但し、 $V^1 \sim V^3$ の少なくとも1つは $-\text{COO}-$ である。式(6f)において、 $R^{27} \sim R^{31}$ のうち少なくとも2つの基が結合して炭素原子又は炭素-炭素結合と共に環を形成してもよい。また、式(6g)において、 $R^{32} \sim R^{36}$ のうち少なくとも2つの基が結合して炭素原子又は炭素-炭素結合と共に環を形成してもよい]
- 式(6a)～(6g)中、 $R^1 \sim R^6$ 、 $R^9 \sim R^{36}$ におけるハロゲン原子としては、フッ素、塩素原子などが挙げられる。アルキル基としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、s-ブチル、t-ブチル、ヘキシル、オクチル、デシル、ドデシル基などの直鎖状又は分岐鎖状の炭素数1～13のアルキル基等が挙げられる。これらの中でも、炭素数1～4のアルキル基が好ましい。ハロアルキル基としては、トリフルオロメチル、ペンタフルオロエチル基などの炭素数1～13のフルオロアルキル基などが挙げられる。保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基としては、例えば、ヒドロキシル基、置換オキシ基(例えば、メトキシ、エトキシ、プロポキシ基等の C_{1-4} アルコキシ基など)などが挙げられる。保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基としては、前記保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基が炭素数1～6のアルキレン基を介して結合している基などが挙げられる。保護基で保護されていてもよいメルカプト基としては、メルカプト基のほか、前記ヒドロキシル基と同様の保護基で保護されたメルカプト基などが挙げられる。保護基で保護されていてもよいカルボキシル基としては、 $-\text{COOR}'$ 基などが挙げられる。前記 R' は水素原子又はアルキル基を示し、アルキル基としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、s-ブチル、t-ブチル、ヘキシル基などの直鎖

状又は分岐鎖状の炭素数 1 ～ 6 のアルキル基などが挙げられる。X におけるアルキレン基としては、メチレン、ジメチルメチレン、エチレン、プロピレン、トリメチレン基などの直鎖状又は分岐鎖状の炭素数 1 ～ 3 程度の（好ましくは 1 又は 2）のアルキレン基などが挙げられる。

- 5 $R^{27} \sim R^{31}$ のうち少なくとも 2 つの基が結合して炭素原子又は炭素-炭素結合と共に形成する環、 $R^{32} \sim R^{36}$ のうち少なくとも 2 つの基が結合して炭素原子又は炭素-炭素結合と共に形成する環としては、シクロペンタン環、シクロヘキサン環、ノルボルナン環などの脂環式炭素環（橋架け炭素環を含む）などが挙げられる。式 (6a) ～ (6g) で表される骨格を構成する環は前記のよう
- 10 な置換基を有していてもよい。

- 前記ラクトン骨格以外の環式骨格を構成する「環」には、単環又は多環の非芳香族性又は芳香族性環が含まれる。単環の非芳香族性環としては、例えば、シクロペンタン環、シクロヘキサン環、シクロオクタン環、シクロデカン環などの 3 ～ 15 員程度のシクロアルカン環等の脂環式
- 15 環；テトラヒドロフラン環、ピロリジン環、ピペリジン環、モルホリン環などの 3 ～ 15 員程度の非芳香族性複素環などが挙げられる。多環の非芳香族性環としては、例えば、アダマンタン環；ノルボルナン環、ノルボルネン環、ボルナン環、イソボルナン環、トリシクロ [5. 2. 1. 0^{2,6}] デカン環、テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2,5}. 1^{7,10}] ドデ
- 20 カン環等のノルボルナン環又はノルボルネン環を含む環；パーヒドロインデン環、デカリン環（パーヒドロナフタレン環）、パーヒドロフルオレン環（トリシクロ [7. 4. 0. 0^{3,8}] トリデカン環）、パーヒドロアントラセン環などの多環の芳香族縮合環が水素添加された環（好ましくは完全水素添加された環）；トリシクロ [4. 2. 2. 1^{2,5}] ウンデ
- 25 カン環などの 2 環系、3 環系、4 環系などの橋架け炭素環（例えば、炭素数 6 ～ 20 程度の橋架け炭素環）などが挙げられる。単環の又は多環

- の芳香族環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、ピリジン環、キノリン環等の芳香族性炭素環、芳香族性複素環が挙げられる。これらの中でも、重合してフォトレジスト用樹脂として用いたときの光透過性及び耐エッチング性等の観点から、非芳香族性環が好ましく、さらに好ましく
- 5 は多環の非芳香族性環であり、特に好ましくは多環の非芳香族性炭素環（橋架け炭素環）である。また、橋架け炭素環の中でも、前記ノルボルナン環又はノルボルネン環を含む環や、多環の芳香族縮合環が水素添加された環（特に完全水素添加された環）がとりわけ好ましい。従って、ラクトン骨格以外の環式骨格としては、非芳香族性環式骨格が好ましく
- 10 、特に非芳香族性多環式骨格、なかでも多環の非芳香族性炭素環式骨格が好ましい。

- 前記ラクトン骨格以外の環式骨格を構成する環は、メチル基等のアルキル基（例えば、 C_{1-4} アルキル基など）、トリフルオロメチル基などのハロアルキル基（例えば、 C_{1-4} ハロアルキル基など）、塩素原子やフッ
- 15 素原子等のハロゲン原子、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいメルカプト基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基、保護基で保護されていてもよいアミノ基、保護基で保護されていてもよいスルホン酸基などの置換基を有していてもよい。保護基とし
- 20 ては有機合成の分野で通常用いられる保護基が挙げられる。

R^4 における環式骨格を含む有機基には、下記式（2）



- （式中、Aは連結基を示し、 Z^1 は環式骨格を構成する環を示す）
- 25 で表される基が含まれる。

前記Aにおける連結基としては、例えば、単結合；メチレン、メチル

メチレン、ジメチルメチレン、エチレン、プロピレン、トリメチレン基などの直鎖状又は分岐鎖状のアルキレン基；カルボニル基；酸素原子（エーテル結合； $-O-$ ）；オキシカルボニル基（エステル結合； $-COO-$ ）；アミノカルボニル基（アミド結合； $-CONH-$ ）；及びこれ
 5 らが複数個結合した基などが挙げられる。好ましい連結基には、単結合、直鎖状又は分岐鎖状の C_{1-6} アルキレン基（特に、 C_{1-3} アルキレン基）等が含まれる。連結基には、例えば、塩素原子やフッ素原子等のハロゲン原子、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていても
 10 よいメルカプト基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基、保護基で保護されていてもよいアミノ基、保護基で保護されていてもよいスルホン酸基などの置換基を有していてもよい。前記 Z^1 における環式骨格のうちラクトン骨格としては、上記式（6a）～（6g）で表される骨格が挙げられる。また、 Z^1 における環式骨格のうちラクトン骨格以外の環式骨
 15 格を構成する環としては、上記例示のものが挙げられる。

式（1）で表される不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルのうちラクトン骨格を含む有機基を有する化合物の代表的な例〔式（2）で表される基を含む化合物のうちラクトン骨格を有する化合物〕として以下の化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

20 [1-1] 1-〔1-（メタ）アクリロイルオキシエトキシ〕-4-オキサトリシクロ〔4. 3. 1. 1^{3,8}〕ウンデカン-5-オン〔 Z^1 =式（6a）、A=単結合〕

[1-2] 2-〔1-（メタ）アクリロイルオキシエトキシ〕-4-オキサトリシクロ〔4. 2. 1. 0^{3,7}〕ノナン-5-オン〔 Z^1 =式（6b）
 25 、A=単結合〕

[1-3] 2-〔1-（メタ）アクリロイルオキシエトキシ〕-6-メチ

ル-4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン [Z¹=式 (6b)、A=単結合]

[1-4] 2- [1- (メタ) アクリロイルオキシエトキシ] -6-トリフルオロメチル-4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-

5-オン [Z¹=式 (6b)、A=単結合]

[1-5] 2- [1- (メタ) アクリロイルオキシエトキシ] -9-メチル-4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン [Z¹=式 (6b)、A=単結合]

[1-6] 6-フルオロ-2- [1- (メタ) アクリロイルオキシエトキシ] -4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン [Z¹=式 (6b)、A=単結合]

[1-7] 9-カルボキシー-2- [1- (メタ) アクリロイルオキシエトキシ] -4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン [Z¹=式 (6b)、A=単結合]

[1-8] 2- [1- (メタ) アクリロイルオキシエトキシ] -9-メトキシカルボニル-4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン [Z¹=式 (6b)、A=単結合]

[1-9] 9-エトキシカルボニル-2- [1- (メタ) アクリロイルオキシエトキシ] -4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン [Z¹=式 (6b)、A=単結合]

[1-10] 9-t-ブトキシカルボニル-2- [1- (メタ) アクリロイルオキシエトキシ] -4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン [Z¹=式 (6b)、A=単結合]

[1-11] 2- [1- (メタ) アクリロイルオキシエトキシ] -4, 8-ジオキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン [Z¹=式 (6b)、A=単結合]

[1-12] 4- [1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシ]-6-オキサビシクロ [3. 2. 1] オクタン-7-オン [Z'=式 (6b)、A=単結合]

[1-13] 8- [1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシ]-4-オキサトリシクロ [5. 2. 1. 0^{2,6}] デカン-5-オン [Z'=式 (6c)、A=単結合]

[1-14] 9- [1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシ]-4-オキサトリシクロ [5. 2. 1. 0^{2,6}] デカン-5-オン [Z'=式 (6c)、A=単結合]

10 [1-15] α- [1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシ]-γ, γ-ジメチル-γ-ブチロラクトン [Z'=式 (6g)、A=単結合]

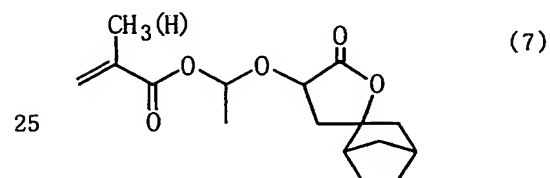
[1-16] 3- [1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシ]-2-オキソ-1-オキサスピロ [4. 5] デカン [Z'=式 (6g)、A=単結合]

15 [1-17] α- [1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシ]-γ-ブチロラクトン [Z'=式 (6g)、A=単結合]

[1-18] α- [1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシ]-α, γ, γ-トリメチル-γ-ブチロラクトン [Z'=式 (6g)、A=単結合]

[1-19] α- [1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシ]-β, β-ジメチル-γ-ブチロラクトン [Z'=式 (6g)、A=単結合]

[1-20] 下記式 (7) で表される化合物 [Z'=式 (6g)、A=単結合]



[1-21] 3-[1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシ]-2-オキ
 ソ-1-オキサスピロ[4.4]ノナン[Z'=式(6g)、A=単結合
]

- 式(1)で表される不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルのうち
 5 ラクトン骨格以外の環式骨格を含む有機基を有する化合物の代表的な例
 [式(2)で表される基を含む化合物のうちラクトン骨格以外の環式骨
 格を含む有機基を有する化合物]として以下の化合物が挙げられるが、
 これらに限定されるものではない。

[1-22] 1-(アダマンタン-1-イルオキシ)エチル(メタ)アクリ
 10 レート

[1-23] 1-(アダマンタン-1-イルメトキシ)エチル(メタ)アク
 リレート

[1-24] 1-[2-(アダマンタン-1-イル)エトキシ]エチル(メ
 タ)アクリレート

15 [1-25] 1-[1-(アダマンタン-1-イル)-1-メチルエトキシ
]エチル(メタ)アクリレート

[1-26] 1-(2-メチルアダマンタン-2-イルオキシ)エチル(メ
 タ)アクリレート

[1-27] 1-(3-ヒドロキシアダマンタン-1-イルオキシ)エチル
 20 (メタ)アクリレート

[1-28] 1-(3,5-ジヒドロキシアダマンタン-1-イルオキシ)
 エチル(メタ)アクリレート

[1-29] 1-(3-カルボキシアダマンタン-1-イルオキシ)エチル
 (メタ)アクリレート

25 [1-30] 1-(3,5-ジカルボキシアダマンタン-1-イルオキシ)
 エチル(メタ)アクリレート

- [1-31] 1 - (ノルボルナン-2-イルオキシ) エチル (メタ) アクリレート
- [1-32] 1 - (ノルボルナン-2-イルメトキシ) エチル (メタ) アクリレート
- 5 [1-33] 1 - (2-メチルノルボルナン-2-イルオキシ) エチル (メタ) アクリレート
- [1-34] 1 - [1 - (ノルボルナン-2-イル) - 1-メチルエトキシ] エチル (メタ) アクリレート
- [1-35] 1 - (3-ヒドロキシノルボルナン-2-イルオキシ) エチル
10 (メタ) アクリレート
- [1-36] 1 - (3-ヒドロキシメチルノルボルナン-2-イルメトキシ) エチル (メタ) アクリレート
- [1-37] 1 - (5, 6-ジヒドロキシノルボルナン-2-イルメトキシ) エチル (メタ) アクリレート
- 15 [1-38] 1 - (3-メチルノルボルナン-2-イルメトキシ) エチル (メタ) アクリレート
- [1-39] 1 - (デカリン-1-イルオキシ) エチル (メタ) アクリレート
- [1-40] 1 - (デカリン-2-イルオキシ) エチル (メタ) アクリレート
20 ト
- [1-41] 1 - (5-ヒドロキシデカリン-1-イルオキシ) エチル (メタ) アクリレート
- [1-42] 8-ヒドロキシメチル-4-[1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシメチル] トリシクロ [5. 2. 1. 0^{2,6}] デカン
- 25 [1-43] 4-ヒドロキシメチル-8-[1-(メタ)アクリロイルオキシエトキシメチル] トリシクロ [5. 2. 1. 0^{2,6}] デカン

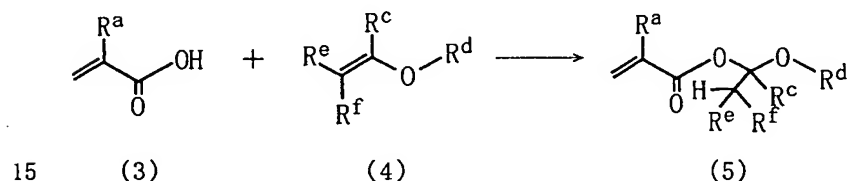
[1-44] 1 - (ボルニルオキシ) エチル (メタ) アクリレート

[1-45] 1 - (イソボルニルオキシ) エチル (メタ) アクリレート

[1-46] 3 - カルボキシー - 8 - [1 - (メタ) アクリロイルオキシエトキシ] テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2,5}. 1^{7,10}] ドデカン

5 [1-47] 3 - カルボキシー - 9 - [1 - (メタ) アクリロイルオキシエトキシ] テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2,5}. 1^{7,10}] ドデカン

式 (1) で表される不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルは、例えば、下記反応式に示されるように、式 (3) で表される不飽和カルボン酸と式 (4) で表されるビニルエーテル化合物とを、溶媒中又は無溶
10 媒下で反応させることにより製造することができる。生成物である式 (5) で表される化合物は前記式 (1) で表される化合物に相当する。



(式中、 R^a 、 R^c 、 R^d は前記に同じ。 R^e 、 R^f はそれぞれ水素原子又は炭化水素基を示し、 $-\text{CH}=\text{R}^e\text{R}^f$ は前記 R^b に相当する)

上記反応は無触媒でも進行するが、酸触媒を用いることにより反応を促進できる。酸触媒としては特に限定されず、無機酸及び有機酸の何れ
20 も使用できる。無機酸としては、例えば、塩酸、硫酸、硝酸、リン酸、ホウ酸などの鉱酸；リンモリブデン酸、ケイモリブデン酸、リンタングステン酸、ケイタングステン酸などのヘテロポリ酸；ゼオライト等の固体触媒などが挙げられる。有機酸としては、例えば、ギ酸、酢酸、トリフルオロ酢酸などのカルボン酸；メタンスルホン酸、トリフルオロメタ
25 ンスルホン酸、ベンゼンスルホン酸、p - トルエンスルホン酸、ナフタレンスルホン酸などのスルホン酸などが挙げられる。酸触媒として陽イ

オン交換樹脂を用いてもよい。また、ルイス酸を用いることもできる。さらに、上記の酸のうち塩を形成しうるものは、そのピリジニウム塩、アンモニウム塩、アルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩、遷移金属塩などを使用することも可能である。これらの中でも、目的化合物の収率及び選択率の点で、特にリン酸が好ましい。

溶媒としては、反応に不活性な溶媒であれば特に限定されず、例えば、ヘキサン、オクタンなどの脂肪族炭化水素；ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素；シクロヘキサン、メチルシクロヘキサンなどの脂環式炭化水素；塩化メチレンなどのハロゲン化炭化水素；テトラヒドロフラン、エチレングリコールジメチルエーテルなどのエーテル；N，N-ジメチルホルムアミドなどの非プロトン性極性溶媒などが挙げられる。

式（３）で表される不飽和カルボン酸の使用量は、式（４）で表されるビニルエーテル化合物１モルに対して、例えば０．５～５０モル程度、好ましくは０．９～１０モル程度である。酸触媒の使用量は、式（４）で表されるビニルエーテル化合物１モルに対して、例えば０．０００１～１モル程度、好ましくは０．００１～０．３モル程度である。

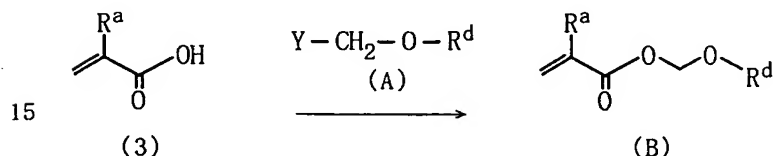
式（４）で表されるビニルエーテル化合物や反応生成物の重合を抑制するため、系内に４-メトキシフェノールなどの重合禁止剤を少量添加するのが好ましい。重合禁止剤の添加量は、式（４）で表されるビニルエーテル化合物１モルに対して、例えば０．００００１～０．０５モル程度、好ましくは０．０００１～０．０１モル程度である。

反応温度は反応原料の種類や用いる触媒の種類等によっても異なるが、通常－１０℃～１００℃、好ましくは０～６０℃程度である。

反応終了後、反応生成物は、液性調節、抽出、濃縮、蒸留、晶析、再結晶、カラムクロマトグラフィー等の分離手段により分離精製できる。

なお、式（１）で表される不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステル
 のほか、式（１）において R^b 及び R^c が何れも水素原子である化合物も
 フォトレジスト用の高分子化合物の単量体として有用である。この化合
 物に対応する繰り返し単位は、高分子化合物において、酸脱離性機能や
 5 親水性機能を発揮する。このような化合物としては、前記式（１）で表
 される不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルの例に対応する化合物
 ($R^b = R^c = H$ である化合物)などが挙げられる。

式（１）において R^b 及び R^c が何れも水素原子である化合物〔式（Ｂ）
 ）で表される化合物〕は、例えば、下記反応式に示されるように、式（
 10 ３）で表される不飽和カルボン酸と式（Ａ）で表されるハロメチルエー
 テル化合物とを塩基の存在下で反応させることにより製造することがで
 きる。

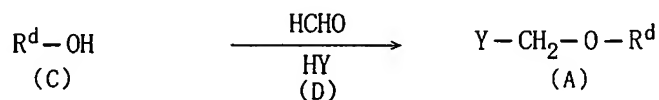


（式中、 R^a 、 R^d は前記に同じ。Yはハロゲン原子を示す）

Yにおけるハロゲン原子として、塩素、臭素、ヨウ素原子などが挙げ
 られる。反応は溶媒の存在下又は非存在下で行われる。溶媒としては前
 20 記の溶媒を使用できる。塩基としては、例えば、トリエチルアミン、ピ
 リジン等の有機塩基、又は水酸化ナトリウム、炭酸ナトリウム、炭酸水
 素ナトリウムなどの無機塩基を使用できる。式（３）で表される不飽和
 カルボン酸の使用量は、式（Ａ）で表されるハロメチルエーテル化合物
 1モルに対して、例えば0.5～10モル程度、好ましくは0.8～2
 25 モル程度である。塩基の使用量は、式（３）で表される不飽和カルボン
 酸1モルに対して、例えば1～5モル程度であり、大過剰量用いてもよ

い。式 (A) で表されるハロメチルエーテル化合物や反応生成物の重合を抑制するため、系内に 4-メトキシフェノールなどの重合禁止剤を少量添加してもよい。反応温度は、通常 $-10^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $0 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 程度である。反応終了後、反応生成物は、液性調節、抽出、濃縮、蒸留、晶析、再結晶、カラムクロマトグラフィー等の分離手段により分離精製できる。

前記式 (A) で表されるハロメチルエーテル化合物は、例えば、下記反応式に示されるように、式 (C) で表されるヒドロキシ化合物にホルムアルデヒド又はその等価物 (パラホルムアルデヒド、1, 3, 5-トリオキサン等) と式 (D) で表されるハロゲン化水素とを反応させることにより製造することができる。



15 (式中、 R^d 、Y は前記に同じ)

式 (D) で表されるハロゲン化水素としては、例えば、塩化水素、臭化水素などが挙げられる。反応は溶媒の存在下又は非存在下で行われる。溶媒としては前記の溶媒を使用できる。ホルムアルデヒド又はその等価物の使用量は、ホルムアルデヒド換算で、式 (C) で表されるヒドロキシ化合物 1 モルに対して、例えば $0.8 \sim 10$ モル程度、好ましくは $1 \sim 1.5$ モル程度である。式 (D) で表されるハロゲン化水素の使用量は、式 (C) で表されるヒドロキシ化合物 1 モルに対して、例えば $1 \sim 5$ モル程度であり、大過剰量用いてもよい。反応温度は、通常 $-10^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 、好ましくは $0 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 程度である。反応終了後、反応生成物は、液性調節、抽出、濃縮、蒸留、晶析、再結晶、カラムクロマトグラフィー等の分離手段により分離精製できる。

[高分子化合物]

本発明の高分子化合物は、上記不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルに対応する繰り返し単位（モノマー単位）、すなわち式（I）で表される単位を含んでいる。該繰り返し単位は1種であつてもよく2種以上であつてもよい。このような高分子化合物は、上記不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルを重合に付すことにより得ることができる。

式（I）で表される繰り返し単位はヘミアセタールエステル構造を有しているため、酸脱離性機能（アルカリ可溶性機能）を有している。すなわち、露光によって光酸発生剤から発生する酸によりエステルのアルコール部分（ヘミアセタール部分）が脱離して遊離のカルボキシル基が生成するため、アルカリ現像液により可溶性となる。また、ヘミアセタールエステル構造には酸素原子が3個含まれているので、従来の単なるエステル構造（酸素原子を2個含む）を有する酸脱離性ユニットよりも親水性が高く、レジスト溶媒やアルカリ現像液に対する溶解性及び濡れ性が向上するという利点がある。また、式（I）で表される繰り返し単位がラクトン骨格を有している場合には、基板密着性に優れる。このような酸脱離性機能と基板密着性機能とを併有する繰り返し単位を有する高分子化合物は、従来の酸脱離性機能のみを有する繰り返し単位を含む高分子化合物と比較して、酸脱離性基の数を維持しつつ基板密着性基を大幅に増やすことができるため、高度の基板密着性を達成できる点、および酸脱離性基の数及び基板密着性基の数を維持しつつ、親水性等他の機能を有する繰り返し単位を導入することにより、酸脱離性、基板密着性と他の機能をともに十分備えられるという点で優れている。また、式（I）におけるR⁴が多環の非芳香族性炭素環（橋架け炭素環）を含む基である場合には、高い光透過性及びドライエッチング耐性を示す。

本発明の高分子化合物は、レジストとして要求される諸機能を十分に

バランスよく具備するため、上記式（I）で表される繰り返し単位に加えて、他の繰り返し単位を有していてもよい。このような他の繰り返し単位は、該繰り返し単位に対応する重合性不飽和単量体を前記不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルと共重合させることにより形成できる

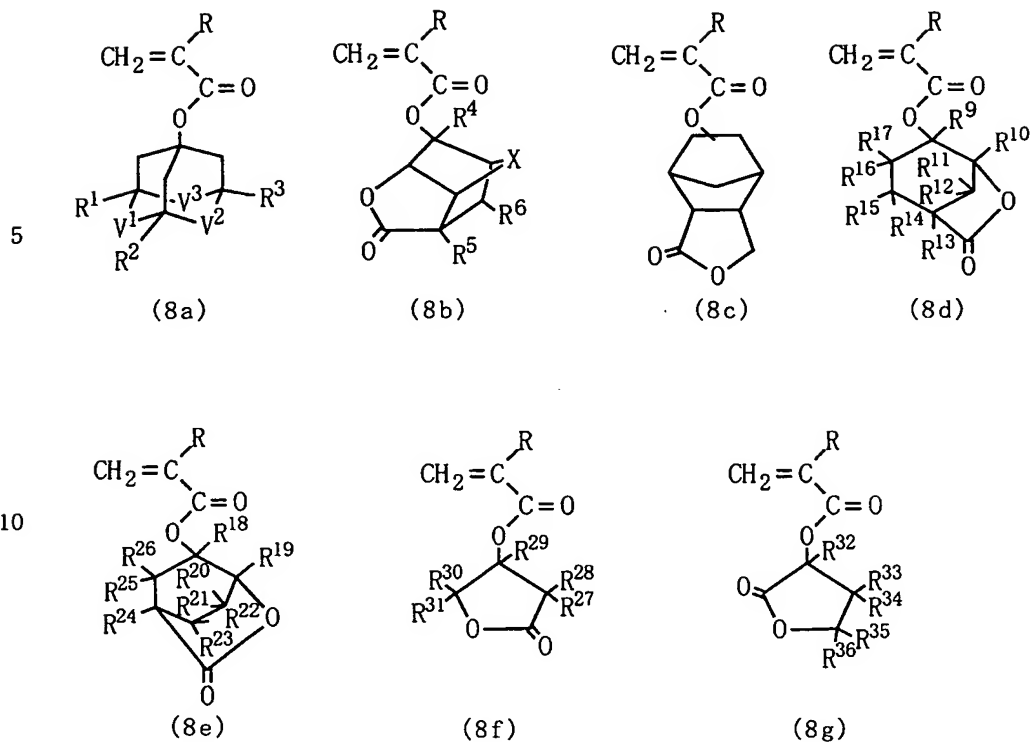
- 5 。前記他の繰り返し単位としては、例えば、基板密着性及び／又は親水性機能を有する繰り返し単位、酸脱離性機能を高める繰り返し単位、耐エッチング性機能を高める繰り返し単位、透明性を高める繰り返し単位などが挙げられる。前記親水性機能には、レジスト溶媒やアルカリ現像液に対する溶解性を高める機能が含まれる。また、本発明の高分子化合物
- 10 物の調製に際しては、共重合を円滑に進行させたり、共重合体組成を均一にするために用いる単量体をモノマーとして用いることもできる。

- 基板密着性及び／又は親水性機能を有する繰り返し単位は、極性基を有する重合性不飽和単量体をモノマーとして用いることによりポリマーに導入できる。前記極性基として、例えば、（1）ラクトン環含有基
- 15 、カルボニル基、酸無水物基、イミド基などの基、（2）保護基を有していてもよいヒドロキシル基、保護基を有していてもよいメルカプト基、保護基を有していてもよいカルボキシル基、保護基を有していてもよいアミノ基、保護基を有していてもよいスルホン酸基などの基が挙げられる。また、極性基を有する重合性不飽和単量体としては、（a）ラク
- 20 トン骨格含有単量体、環状ケトン骨格含有単量体、酸無水物基含有単量体、イミド基含有単量体などの単量体、（b）ヒドロキシル基含有単量体（ヒドロキシル基が保護されている化合物を含む）、メルカプト基含有単量体（メルカプト基が保護されている化合物を含む）、カルボキシル基含有単量体（カルボキシル基が保護されている化合物を含む）、ア
- 25 ミノ基含有単量体（アミノ基が保護されている化合物を含む）、スルホン酸基含有単量体（スルホン酸基が保護されている化合物を含む）など

の単量体が例示され、それぞれ、レジストの分野で公知の化合物を使用
 できる。これらの単量体は1種又は2種以上組み合わせて使用できる。
 例えば、前記（a）に属する単量体と（b）に属する単量体とを組み合
 わせることにより、バランスのとれたレジスト特性を発現させることが
 5 できる。

酸脱離性機能を高める繰り返し単位は、例えば、（c）エステルを構
 成する酸素原子の隣接位に、第3級炭素を有する炭化水素基や2-テト
 ラヒドロフラニル基、2-テトラヒドロピラニル基などが結合した（メ
 タ）アクリル酸エステル誘導体、（d）エステルを構成する酸素原子の
 10 隣接位に炭化水素基（脂環式炭化水素基、脂肪族炭化水素基、これらが
 結合した基など）を有しており、且つ該炭化水素基に $-COOR^*$ 基（ R^*
 R^* は第3級炭化水素基、2-テトラヒドロフラニル基又は2-テトラヒド
 ロピラニル基を示す）が直接又は連結基を介して結合している（メタ）
 アクリル酸エステル誘導体などをモノマーとして用いることによりポ
 15 リマーに導入できる。このような（メタ）アクリル酸エステル誘導体と
 してはレジストの分野で公知の化合物を使用できる。

本発明の高分子化合物にレジストとしての諸機能を付与するために用
 いられる不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステル以外の重合性不飽和
 単量体の代表的な例として、下記式（8a）～（8g）で表される化合物が
 20 挙げられる。これらは前記ラクトン骨格含有単量体及び環状ケトン骨格
 含有単量体に相当する。



- 15 (式中、Rは水素原子又はメチル基を示す。R¹～R⁶、R⁹～R³⁶、X、V¹～V³は前記に同じ)

式(8a)で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

- [2-1] 1-(メタ)アクリロイルオキシ-4-オキサアダマンタン (R = H又はCH₃、R¹ = R² = R³ = H、V¹ = -CO-、V² = V³ = -CH₂-)
- 20

- [2-2] 1-(メタ)アクリロイルオキシ-4-オキサトリシクロ[4.3.1.1^{3,8}]ウンデカン-5-オン (R = H又はCH₃、R¹ = R² = R³ = H、V² = -CO-O- (左側がR²の結合している炭素原子側)、V¹ = V³ = -CH₂-)
- 25

- [2-3] 1-(メタ)アクリロイルオキシ-4,7-ジオキサトリシク

ロ [4. 4. 1. 1^{3.9}] ドデカン-5, 8-ジオン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^1 = R^2 = R^3 = H$ 、 $V^1 = -CO-O-$ (左側が R^1 の結合している炭素原子側)、 $V^2 = -CO-O-$ (左側が R^2 の結合している炭素原子側)、 $V^3 = -CH_2-$)

- 5 [2-4] 1-(メタ) アクリロイルオキシ-4, 8-ジオキサトリシクロ [4. 4. 1. 1^{3.9}] ドデカン-5, 7-ジオン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^1 = R^2 = R^3 = H$ 、 $V^1 = -O-CO-$ (左側が R^1 の結合している炭素原子側)、 $V^2 = -CO-O-$ (左側が R^2 の結合している炭素原子側)、 $V^3 = -CH_2-$)

- 10 [2-5] 1-(メタ) アクリロイルオキシ-5, 7-ジオキサトリシクロ [4. 4. 1. 1^{3.9}] ドデカン-4, 8-ジオン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^1 = R^2 = R^3 = H$ 、 $V^1 = -CO-O-$ (左側が R^1 の結合している炭素原子側)、 $V^2 = -O-CO-$ (左側が R^2 の結合している炭素原子側)、 $V^3 = -CH_2-$)

- 15 式 (8b) で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[2-6] 2-(メタ) アクリロイルオキシ-4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン (= 5-(メタ) アクリロイルオキシ-2, 6-ノルボルナンカルボラクトン) ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^4 =$

- 20 $R^5 = R^6 = H$ 、 $X =$ メチレン基)

[2-7] 2-(メタ) アクリロイルオキシ-2-メチル-4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^4 = CH_3$ 、 $R^5 = R^6 = H$ 、 $X =$ メチレン基)

- [2-8] 2-(メタ) アクリロイルオキシ-6-メチル-4-オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3.7}] ノナン-5-オン ($R = H$ 又は CH_3 、
25 $R^5 = CH_3$ 、 $R^4 = R^6 = H$ 、 $X =$ メチレン基)

[2-9] 2-(メタ)アクリロイルオキシ-9-メチル-4-オキサトリシクロ[4.2.1.0^{3,7}]ノナン-5-オン (R=H又はCH₃、R⁶=CH₃、R⁴=R⁵=H、X=メチレン基)

5 [2-10] 2-(メタ)アクリロイルオキシ-9-カルボキシ-4-オキサトリシクロ[4.2.1.0^{3,7}]ノナン-5-オン (R=H又はCH₃、R⁴=R⁵=H、R⁶=COOH、X=メチレン基)

[2-11] 2-(メタ)アクリロイルオキシ-9-メトキシカルボニル-4-オキサトリシクロ[4.2.1.0^{3,7}]ノナン-5-オン (R=H又はCH₃、R⁴=R⁵=H、R⁶=メトキシカルボニル基、X=メチレン基)

[2-12] 2-(メタ)アクリロイルオキシ-9-エトキシカルボニル-4-オキサトリシクロ[4.2.1.0^{3,7}]ノナン-5-オン (R=H又はCH₃、R⁴=R⁵=H、R⁶=エトキシカルボニル基、X=メチレン基)

15 [2-13] 2-(メタ)アクリロイルオキシ-9-tert-ブトキシカルボニル-4-オキサトリシクロ[4.2.1.0^{3,7}]ノナン-5-オン (R=H又はCH₃、R⁴=R⁵=H、R⁶=tert-ブトキシカルボニル基、X=メチレン基)

式(8c)で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[2-14] 8-(メタ)アクリロイルオキシ-4-オキサトリシクロ[5.2.1.0^{2,6}]デカン-5-オン (R=H又はCH₃)

[2-15] 9-(メタ)アクリロイルオキシ-4-オキサトリシクロ[5.2.1.0^{2,6}]デカン-5-オン (R=H又はCH₃)

25 式(8d)で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[2-16] 4-(メタ)アクリロイルオキシ-6-オキサビシクロ [3.
2. 1] オクタン-7-オン ($R=H$ 又は CH_3 、 $R^9=R^{10}=R^{11}=R^{12}=R^{13}=R^{14}=R^{15}=R^{16}=R^{17}=H$)

5 [2-17] 4-(メタ)アクリロイルオキシ-4-メチル-6-オキサビ
シクロ [3. 2. 1] オクタン-7-オン ($R=H$ 又は CH_3 、 $R^{10}=R^{11}=R^{12}=R^{13}=R^{14}=R^{15}=R^{16}=R^{17}=H$ 、 $R^9=CH_3$)

[2-18] 4-(メタ)アクリロイルオキシ-5-メチル-6-オキサビ
シクロ [3. 2. 1] オクタン-7-オン ($R=H$ 又は CH_3 、 $R^9=R^{11}=R^{12}=R^{13}=R^{14}=R^{15}=R^{16}=R^{17}=H$ 、 $R^{10}=CH_3$)

10 [2-19] 4-(メタ)アクリロイルオキシ-4, 5-ジメチル-6-オ
キサビシクロ [3. 2. 1] オクタン-7-オン ($R=H$ 又は CH_3 、 $R^{11}=R^{12}=R^{13}=R^{14}=R^{15}=R^{16}=R^{17}=H$ 、 $R^9=R^{10}=CH_3$)

式 (8e) で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられ
るが、これらに限定されるものではない。

15 [2-20] 6-(メタ)アクリロイルオキシ-2-オキサビシクロ [2.
2. 2] オクタン-3-オン ($R=H$ 又は CH_3 、 $R^{18}=R^{19}=R^{20}=R^{21}=R^{22}=R^{23}=R^{24}=R^{25}=R^{26}=H$)

[2-21] 6-(メタ)アクリロイルオキシ-6-メチル-2-オキサビ
シクロ [2. 2. 2] オクタン-3-オン ($R=H$ 又は CH_3 、 $R^{18}=R^{20}=R^{21}=R^{22}=R^{23}=R^{24}=R^{25}=R^{26}=H$ 、 $R^{19}=CH_3$)

20 [2-22] 6-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチル-2-オキサビ
シクロ [2. 2. 2] オクタン-3-オン ($R=H$ 又は CH_3 、 $R^{19}=R^{20}=R^{21}=R^{22}=R^{23}=R^{24}=R^{25}=R^{26}=H$ 、 $R^{18}=CH_3$)

25 [2-23] 6-(メタ)アクリロイルオキシ-1, 6-ジメチル-2-オ
キサビシクロ [2. 2. 2] オクタン-3-オン ($R=H$ 又は CH_3 、 $R^{20}=R^{21}=R^{22}=R^{23}=R^{24}=R^{25}=R^{26}=H$ 、 $R^{18}=R^{19}=CH_3$)

式 (8f) で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[2-24] β - (メタ) アクリロイルオキシ- γ -ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^{27} = R^{28} = R^{29} = R^{30} = R^{31} = H$)

5 [2-25] β - (メタ) アクリロイルオキシ- α 、 α -ジメチル- γ -ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^{27} = R^{28} = CH_3$ 、 $R^{29} = R^{30} = R^{31} = H$)

[2-26] β - (メタ) アクリロイルオキシ- γ 、 γ -ジメチル- γ -ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^{30} = R^{31} = CH_3$ 、 $R^{27} = R^{28} = R^{29} = H$)

[2-27] β - (メタ) アクリロイルオキシ- α 、 α 、 β -トリメチル- γ -ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^{27} = R^{28} = R^{29} = CH_3$ 、 $R^{30} = R^{31} = H$)

[2-28] β - (メタ) アクリロイルオキシ- β 、 γ 、 γ -トリメチル- γ -ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^{29} = R^{30} = R^{31} = CH_3$ 、 $R^{27} = R^{28} = H$)

[2-29] β - (メタ) アクリロイルオキシ- α 、 α 、 β 、 γ 、 γ -ペンタメチル- γ -ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^{27} = R^{28} = R^{29} = R^{30} = R^{31} = CH_3$)

20 式 (8g) で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[2-30] α - (メタ) アクリロイルオキシ- γ -ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^{32} = R^{33} = R^{34} = R^{35} = R^{36} = H$)

[2-31] α - (メタ) アクリロイルオキシ- α -メチル- γ -ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^{32} = CH_3$ 、 $R^{33} = R^{34} = R^{35} = R^{36} = H$)

[2-32] α - (メタ) アクリロイルオキシ- β , β - ジメチル- γ - ブ
チロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 , $R^{33} = R^{34} = CH_3$, $R^{32} = R^{35} = R^{36} = H$)

[2-33] α - (メタ) アクリロイルオキシ- α , β , β - トリメチル-
5 γ - ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 , $R^{32} = R^{33} = R^{34} = CH_3$, $R^{35} = R^{36} = H$)

[2-34] α - (メタ) アクリロイルオキシ- γ , γ - ジメチル- γ - ブ
チロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 , $R^{35} = R^{36} = CH_3$, $R^{32} = R^{33} = R^{34} = H$)

10 [2-35] α - (メタ) アクリロイルオキシ- α , γ , γ - トリメチル-
 γ - ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 , $R^{32} = R^{35} = R^{36} = CH_3$, $R^{33} = R^{34} = H$)

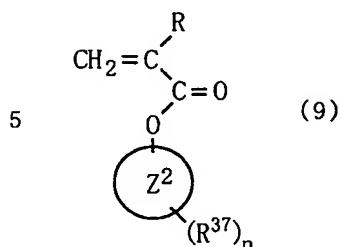
[2-36] α - (メタ) アクリロイルオキシ- β , β , γ , γ - テトラメ
チル- γ - ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 , $R^{33} = R^{34} = R^{35} = R^{36} = CH_3$, $R^{32} = H$)
15

[2-37] α - (メタ) アクリロイルオキシ- α , β , β , γ , γ - ペン
タメチル- γ - ブチロラクトン ($R = H$ 又は CH_3 , $R^{32} = R^{33} = R^{34} = R^{35} = R^{36} = CH_3$)

本発明の高分子化合物にレジストとしての諸機能を付与するために用
20 いられる不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステル以外の重合性不飽和
単量体の他の例として、無水マレイン酸、マレイミドが挙げられる。こ
れらは前記酸無水物基含有単量体及びイミド基含有単量体に相当する。

本発明の高分子化合物にレジストとしての諸機能を付与するために用
いられる不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステル以外の重合性不飽和
25 単量体の他の代表的な例として、下記式(9)で表される化合物が挙げ
られる。これらの化合物は前記ヒドロキシル基含有単量体、メルカプト

基含有単量体、カルボキシル基含有単量体、アミノ基含有単量体、スルホン酸基含有単量体及び環状ケトン骨格含有単量体に相当する。



(式中、環 Z^2 は炭素数6～20の脂環式炭化水素環を示す。Rは水素原子又はメチル基を示す。R³⁷は環 Z^2 に結合している置換基であって、同一又は異なつて、オキソ基、アルキル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基、保護基で保護されていてもよいアミノ基、又は保護基で保護されていてもよいスルホン酸基を示す。但し、n個のR³⁷のうち少なくとも1つは、オキソ基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基、保護基で保護されていてもよいアミノ基、又は保護基で保護されていてもよいスルホン酸基を示す。nは1～3の整数を示す)

10

15

環 Z^2 における炭素数6～20の脂環式炭化水素環は単環であっても、縮合環や橋かけ環等の多環であってもよい。代表的な脂環式炭化水素環として、例えば、シクロヘキサン環、シクロオクタン環、シクロデカン環、アダマantan環、ノルボルナン環、ノルボルネン環、ボルナン環、イソボルナン環、パーヒドロインデン環、デカリン環、パーヒドロフルオレン環（トリシクロ[7.4.0.0^{3,8}]トリデカン環）、パーヒドロアントラセン環、トリシクロ[5.2.1.0^{2,6}]デカン環、トリシクロ[4.2.2.1^{2,5}]ウンデカン環、テトラシクロ[4.4.0.1^{2,5}.1^{7,10}]ドデカン環などが挙げられる。脂環式炭化水素環には、メチル基

20

25

等のアルキル基（例えば、 C_{1-4} アルキル基など）、トリフルオロメチル基などのハロアルキル基、フッ素原子や塩素原子等のハロゲン原子、保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいメルカプト基、オキソ基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基、保護基で保護されていてもよいアミノ基、保護基で保護されていてもよいスルホン酸基などの置換基を有していてもよい。

式（９）中、 R^{37} におけるアルキル基としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、*s*-ブチル、*t*-ブチル、ヘキシル、オクチル、デシル、ドデシル基などの直鎖状又は分岐鎖状の炭素数 1 ～ 20 程度のアルキル基が挙げられる。保護基で保護されていてもよいアミノ基としては、アミノ基、置換アミノ基（例えば、メチルアミノ、エチルアミノ、プロピルアミノ基等の C_{1-4} アルキルアミノ基など）などが挙げられる。保護基で保護されていてもよいスルホン酸基としては、 $-SO_3R^2$ 基などが挙げられる。前記 R^2 は水素原子又はアルキル基を示し、アルキル基としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、*s*-ブチル、*t*-ブチル、ヘキシル基などの直鎖状又は分岐鎖状の炭素数 1 ～ 6 のアルキル基などが挙げられる。 R^{37} における保護基で保護されていてもよいヒドロキシル基、保護基で保護されていてもよいヒドロキシアルキル基、保護基で保護されていてもよいメルカプト基、保護基で保護されていてもよいカルボキシル基は前記と同様である。

式（９）で表される化合物の代表的な例として下記化合物が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[3-1] 1-ヒドロキシー-3-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン
ン ($R=H$ 又は CH_3 、 $R^{37}=OH$ 、 $n=1$ 、 Z^2 =アダマンタン環)

[3-2] 1, 3-ジヒドロキシ-5-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン (R=H又はCH₃、R³⁷=OH、n=2、Z²=アダマンタン環)

[3-3] 1-カルボキシ-3-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン
5 (R=H又はCH₃、R³⁷=COOH、n=1、Z²=アダマンタン環)

[3-4] 1, 3-ジカルボキシ-5-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン (R=H又はCH₃、R³⁷=COOH、n=2、Z²=アダマンタン環)

10 [3-5] 1-カルボキシ-3-ヒドロキシ-5-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン (R=H又はCH₃、R³⁷=OH, COOH、n=2、Z²=アダマンタン環)

[3-6] 1-t-ブトキシカルボニル-3-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン (R=H又はCH₃、R³⁷=t-ブトキシカルボニル基、
15 n=1、Z²=アダマンタン環)

[3-7] 1, 3-ビス(t-ブトキシカルボニル)-5-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン [R=H又はCH₃、R³⁷=t-ブトキシカルボニル基、n=2、Z²=アダマンタン環]

[3-8] 1-t-ブトキシカルボニル-3-ヒドロキシ-5-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン (R=H又はCH₃、R³⁷=OH、t-ブトキシカルボニル基、n=2、Z²=アダマンタン環)
20

[3-9] 1-(2-テトラヒドロピラニルオキシカルボニル)-3-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン (R=H又はCH₃、R³⁷=2-テトラヒドロピラニルオキシカルボニル基、n=1、Z²=アダマンタン環)
25

[3-10] 1, 3-ビス(2-テトラヒドロピラニルオキシカルボニル)

— 5 — (メタ) アクリロイルオキシアダマンタン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^{37} = 2$ -テトラヒドロピラニルオキシカルボニル基、 $n = 2$ 、 $Z^2 =$ アダマンタン環)

- [3-11] 1-ヒドロキシ-3-(2-テトラヒドロピラニルオキシカルボニル)-5-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン ($R = H$ 又は CH_3 、 $R^{37} = OH$ 、2-テトラヒドロピラニルオキシカルボニル基、 $n = 2$ 、 $Z^2 =$ アダマンタン環)

また、前記カルボキシル基含有単量体として、例えば、アクリル酸、メタクリル酸などを使用することもできる。

- 10 高分子化合物の酸脱離性機能を高めるために用いられる重合性不飽和単量体の代表的な例として、例えば、1-[1-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチルエチル]アダマンタン、2-(メタ)アクリロイルオキシ-2-メチルアダマンタン、2-(メタ)アクリロイルオキシ-2-エチルアダマンタン、2-[1-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチルエチル]ノルボルナン、2-(メタ)アクリロイルオキシ-2-メチルノルボルナン、1-[1-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチルエチル]シクロヘキサン、1-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチルシクロヘキサン、3-[1-(メタ)アクリロイルオキシ-1-メチルエチル]テトラシクロ[4.4.0.1^{2,5}.1^{7,10}]ドデカン、(メタ)アクリル酸 t-ブチル、1-(t-ブトキシカルボニル)-3-(メタ)アクリロイルオキシアダマンタン、2-(t-ブトキシカルボニル)-5 又は 6-(メタ)アクリロイルオキシノルボルナン、及びこれらの類縁体(メチル基の代わりにエチル基等の他のアルキル基やトリフルオロメチル基等のハロアルキル基が結合している化合物等)な
25 どが挙げられる。

なお、上記式(8a)～(8g)、(9)で表される各単量体における(

メタ) アクリロイルオキシ基をビニル基 (1-メチルビニル基、クロチル基等の置換基を有するビニル基を含む) に置き換えた対応するビニルエーテル化合物を本発明の高分子化合物の単量体成分として用いることもできる。

- 5 本発明の高分子化合物において、式 (I) で表される繰り返し単位の割合は特に限定されないが、ポリマーを構成する全モノマー単位に対して、一般には1~100モル%、好ましくは10~90モル%、さらに好ましくは30~80モル%程度である。ラクトン骨格含有単量体、環状ケトン骨格含有単量体、酸無水物基含有単量体及びイミド基含有単量
- 10 体から選択された少なくとも1種の単量体に対応する繰り返し単位 [式 (I) で表される繰り返し単位を除く] の割合は、0~95モル%、好ましくは0~60モル%、さらに好ましくは10~40モル%程度である。ヒドロキシル基含有単量体、メルカプト基含有単量体及びカルボキシル基含有単量体から選択された少なくとも1種の単量体に対応する繰
- 15 り返し単位の割合は、0~95モル%、好ましくは5~90モル%、さらに好ましくは10~50モル%程度である。

- 本発明の高分子化合物を得るに際し、モノマー混合物の重合は、溶液重合、塊状重合、懸濁重合、塊状-懸濁重合、乳化重合など、アクリル系ポリマー等を製造する際に用いる慣用の方法により行うことができる
- 20 が、特に、溶液重合が好適である。さらに、溶液重合のなかでも滴下重合が好ましい。滴下重合は、具体的には、例えば、(i) 予め有機溶媒に溶解した単量体溶液と、有機溶媒に溶解した重合開始剤溶液とをそれぞれ調製し、一定温度に保持した有機溶媒中に前記単量体溶液と重合開始剤溶液とを各々滴下する方法、(ii) 単量体と重合開始剤とを有機溶
- 25 媒に溶解した混合溶液を、一定温度に保持した有機溶媒中に滴下する方法、(iii) 予め有機溶媒に溶解した単量体溶液と、有機溶媒に溶解し

た重合開始剤溶液とをそれぞれ調製し、一定温度に保持した前記単量体溶液中に重合開始剤溶液を滴下する方法などの方法により行われる。

重合溶媒としては公知の溶媒を使用でき、例えば、エーテル（ジエチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル等グリコールエーテル類などの鎖状エーテル、テトラヒドロフラン、ジオキサン等の環状エーテルなど）、エステル（酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸ブチル、乳酸エチル、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート等のグリコールエーテルエステル類など）、ケトン（アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノンなど）、アミド（N，N－ジメチルアセトアミド、N，N－ジメチルホルムアミドなど）、スルホキシド（ジメチルスルホキシドなど）、アルコール（メタノール、エタノール、プロパノールなど）、炭化水素（ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素、ヘキサン等の脂肪族炭化水素、シクロヘキサン等の脂環式炭化水素など）、これらの混合溶媒などが挙げられる。また、重合開始剤として公知の重合開始剤を使用できる。重合温度は、例えば30～150℃程度の範囲で適宜選択できる。

重合により得られたポリマーは、沈殿又は再沈殿により精製できる。沈殿又は再沈殿溶媒は有機溶媒及び水の何れであってもよく、また混合溶媒であってもよい。沈殿又は再沈殿溶媒として用いる有機溶媒として、例えば、炭化水素（ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタンなどの脂肪族炭化水素；シクロヘキサン、メチルシクロヘキサンなどの脂環式炭化水素；ベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族炭化水素）、ハロゲン化炭化水素（塩化メチレン、クロロホルム、四塩化炭素などのハロゲン化脂肪族炭化水素；クロロベンゼン、ジクロロベンゼンなどのハロゲン化芳香族炭化水素など）、ニトロ化合物（ニトロメタン、ニトロエタンなど）、ニトリル（アセトニトリル、ベンゾニトリルなど）、エ

ーテル（ジエチルエーテル、ジイソプロピルエーテル、ジメトキシエタ
 ンなどの鎖状エーテル；テトラヒドロフラン、ジオキサンなどの環状エ
 ーテル）、ケトン（アセトン、メチルエチルケトン、ジイソブチルケト
 ンなど）、エステル（酢酸エチル、酢酸ブチルなど）、カーボネート（
 5 ジメチルカーボネート、ジエチルカーボネート、エチレンカーボネート
 、プロピレンカーボネートなど）、アルコール（メタノール、エタノー
 ル、プロパノール、イソプロピルアルコール、ブタノールなど）、カル
 ボン酸（酢酸など）、これらの溶媒を含む混合溶媒等が挙げられる。

中でも、前記沈殿又は再沈殿溶媒として用いる有機溶媒として、少な
 10 くとも炭化水素（特に、ヘキサンなどの脂肪族炭化水素）を含む溶媒が
 好ましい。このような少なくとも炭化水素を含む溶媒において、炭化水
 素（例えば、ヘキサンなどの脂肪族炭化水素）と他の溶媒との比率は、
 例えば前者／後者（体積比；25℃）＝10／90～99／1、好まし
 くは前者／後者（体積比；25℃）＝30／70～98／2、さらに好
 15 ましくは前者／後者（体積比；25℃）＝50／50～97／3程度で
 ある。

本発明のフォトレジスト用樹脂組成物は、前記本発明の高分子化合物
 と光酸発生剤とを含んでいる。

光酸発生剤としては、露光により効率よく酸を生成する慣用乃至公知
 20 の化合物、例えば、ジアゾニウム塩、ヨードニウム塩（例えば、ジフェ
 ニルヨードヘキサフルオロホスフェートなど）、スルホニウム塩（例え
 ば、トリフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート、トリフ
 ェニルスルホニウムヘキサフルオロホスフェート、トリフェニルスルホ
 ニウムメタンスルホネートなど）、スルホン酸エステル〔例えば、1－
 25 フェニル－1－（4－メチルフェニル）スルホニルオキシ－1－ベンゾ
 イルメタン、1，2，3－トリスルホニルオキシメチルベンゼン、1，

3-ジニトロ-2-(4-フェニルスルホニルオキシメチル)ベンゼン、1-フェニル-1-(4-メチルフェニルスルホニルオキシメチル)-1-ヒドロキシー-1-ベンゾイルメタンなど]、オキサチアゾール誘導体、s-トリアジン誘導体、ジスルホン誘導体（ジフェニルジスルホンなど）、イミド化合物、オキシムスルホネート、ジアゾナフトキノン、ベンゾイントシレートなどを使用できる。これらの光酸発生剤は単独で又は2種以上組み合わせて使用できる。

光酸発生剤の使用量は、光照射により生成する酸の強度や前記高分子化合物における各モノマー単位（繰り返し単位）の比率などに応じて適宜選択でき、例えば、前記高分子化合物100重量部に対して0.1～30重量部、好ましくは1～25重量部、さらに好ましくは2～20重量部程度の範囲から選択できる。

フォトレジスト用樹脂組成物は、アルカリ可溶性樹脂（例えば、ノボラック樹脂、フェノール樹脂、イミド樹脂、カルボキシル基含有樹脂など）などのアルカリ可溶成分、着色剤（例えば、染料など）、有機溶媒（例えば、炭化水素類、ハロゲン化炭化水素類、アルコール類、エステル類、アミド類、ケトン類、エーテル類、セロソルブ類、カルビトール類、グリコールエーテルエステル類、これらの混合溶媒など）などを含んでいてもよい。

このフォトレジスト用樹脂組成物を基材又は基板上に塗布し、乾燥した後、所定のマスクを介して、塗膜（レジスト膜）に光線を露光して（又は、さらに露光後ベークを行い）潜像パターンを形成し、次いで現像することにより、微細なパターンを高い精度で形成できる。

基材又は基板としては、シリコンウエハ、金属、プラスチック、ガラス、セラミックなどが挙げられる。フォトレジスト用樹脂組成物の塗布は、スピンコート、ディップコート、ローラコートなどの慣用の塗布手

段を用いて行うことができる。塗膜の厚みは、例えば0.01～20 μ m、好ましくは0.05～2 μ m程度である。

露光には、種々の波長の光線、例えば、紫外線、X線などが利用でき、半導体レジスト用では、通常、g線、i線、エキシマレーザー（例えば、XeCl、KrF、KrCl、ArF、ArCl、F₂、Kr₂、KrAr、Ar₂など）などが使用される。露光エネルギーは、例えば0.1～1000 mJ/cm²程度である。

光照射により光酸発生剤から酸が生成し、この酸により、例えば前記高分子化合物の酸脱離性基を有するモノマー単位（アルカリ可溶性ユニット）のカルボキシシル基等の保護基（脱離性基）が速やかに脱離して、可溶化に寄与するカルボキシシル基等が生成する。そのため、水又はアルカリ現像液による現像により、所定のパターンを精度よく形成できる。

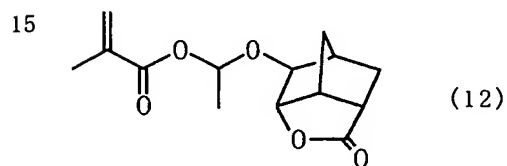
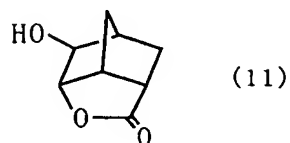
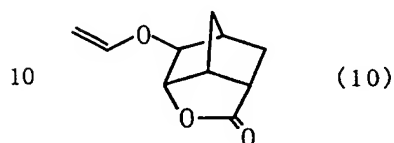
実施例

以下に、実施例に基づいて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。

製造例 1

下記式（10）で表される2-ビニルオキシ-4-オキサトリシクロ
[4.2.1.0^{3,7}]ノナン-5-オン21.3 g（0.118 mol）、メタクリル酸50.8 g（0.59 mol）、リン酸120 mg（1.2 mmol）、4-メトキシフェノール15 mg（0.12 mmol）、トルエン210 mlの混合物を4つ口フラスコに入れ、窒素雰囲気下、20℃で6時間攪拌した。反応終了後、反応液を10重量%炭酸ナトリウム水溶液200 mlで2回、10重量%食塩水200 mlで1回
洗浄し、有機層を減圧濃縮した。濃縮物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、下記式（12）で表される2-（1-メタクリロイ

ルオキシエトキシ) - 4 - オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3,7}] ノナン - 5 - オン 25. 5 g (96 mmol、収率 81%) を得た。この物質は 2 つの異性体の混合物で、存在比は約 1 : 1 であった。なお、式 (10) で表される 2 - ビニルオキシ - 4 - オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3,7}] ノナン - 5 - オンは、下記式 (11) 表される 2 - ヒドロキシ - 4 - オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3,7}] ノナン - 5 - オンとプロピオン酸ビニルから、特開 2003 - 73321 号公報に記載の方法を用いて合成し、蒸留精製したものを用いた。



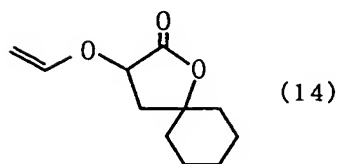
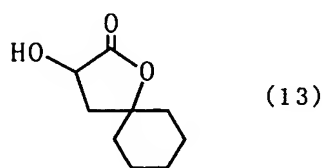
[2 - (1 - メタクリロイルオキシエトキシ) - 4 - オキサトリシクロ [4. 2. 1. 0^{3,7}] ノナン - 5 - オンのスペクトルデータ]

¹H - NMR (CDCl₃) δ : 1.40-1.44(m, 3H), 1.56-1.63(m, 2H), 1.95(s, 3H), 1.97-2.08(m, 2H), 3.13-3.16(m, 1H), 3.59(m, 0.5H), 3.67(m, 0.5H), 4.49(d, 0.5H), 4.57(d, 0.5H), 5.62(m, 1H), 6.05(m, 1H), 6.14(m, 1H)

25 製造例 2

Dean-Stark装置、温度計を備えた反応容器に、下記式 (13) で表さ

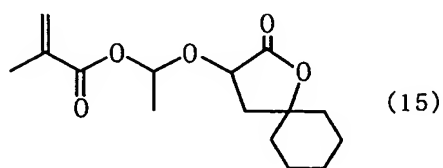
れる 3-ヒドロキシ-1-オキサスピロ[4.5]デカン-2-オン 8
 5 g (500 mmol)、炭酸ナトリウム 31.8 g (300 mmol)
)、トルエン 600 ml を入れ、窒素雰囲気下、撹拌しつつ 100℃ に
 加熱した。反応容器に $\text{Ir}_2\text{Cl}_2(\text{C}_8\text{H}_{12})_2$ [ジーμクロロビス(5
 1, 5-シクロオクタジエン)ニイリジウム(I)] 3.36 g (5 m
 mol) を入れ、さらにプロピオン酸ビニル 100 g (1 mol) を 2
 時間かけて滴下しつつ、加熱還流させることで、共沸脱水しながら反応
 させた。滴下終了後、さらに 3 時間反応を続けた。反応終了後、反応液
 を放冷し、700 ml の水で洗浄し、減圧濃縮した。濃縮残渣を蒸留精
 10 製し、下記式(14)で表される 3-ビニロキシ-1-オキサスピロ[4.5]
 4.5]デカン-2-オンの無色透明液体 22.5 g (114 mmol
 、23%) を得た。なお、式(13)で表される 3-ヒドロキシ-1-
 オキサスピロ[4.5]デカン-2-オンは、シクロヘキサノールとア
 クリル酸メチルから、文献[Chem. Commun., 7, 613-614(2000)]に記
 15 載の方法により合成し、シリカゲルカラムクロマトグラフィーにて精製
 したものをを用いた。



25 [3-ビニロキシ-1-オキサスピロ[4.5]デカン-2-オンの
 スペクトルデータ]

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) δ : 1.35-1.89(m, 10H), 2.04(dd, 1H), 2.50(dd, 1H), 4.20(dd, 1H), 4.42(dd, 1H), 4.65(t, 1H), 6.48(q, 1H)

得られた3-ビニロキシ-1-オキサスピロ[4.5]デカン-2-オン 17.1 g (87 mmol)、メタクリル酸 37.4 g (435 mmol)、リン酸 0.85 g (8.7 mmol)、4-メトキシフェノール 17.1 mg (0.14 mmol)、トルエン 170 ml の混合物を反応容器に入れ、乾燥空気雰囲気下、50℃で4.5時間撹拌した。反応終了後、反応液を水 170 ml、10重量%炭酸ナトリウム水溶液 170 ml (2回)、水 170 ml で順次洗浄し、有機層を減圧濃縮した。濃縮残渣をシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、下記式 (15) で表される3-(1-メタクリロイルオキシエトキシ)-1-オキサスピロ[4.5]デカン-2-オン [= 3-(1-メタクリロイルオキシエトキシ)-2-オキソ-1-オキサスピロ[4.5]デカン] の無色液体 17.3 g (61 mmol、収率70%) を得た。この物質は異性体A、異性体Bの混合物であり、その存在比はおおよそA : B = 3 : 1であった。



[3-(1-メタクリロイルオキシエトキシ)-1-オキサスピロ[4.5]デカン-2-オンのスペクトルデータ]

異性体A

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) δ : 1.34-1.84(m, 13H), 1.92-1.97(m, 4H), 2.40(dd, 1H), 4.76(t, 1H), 5.64(m, 1H), 6.16(m, 1H), 6.28(q, 1H)

異性体B

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) δ : 1.35-1.86(m, 13H), 1.94-1.99(m, 4H), 2.53(dd, 1H), 4.63(t, 1H), 5.64(m, 1H), 6.09(q, 1H), 6.21(m, 1H)

製造例 3

アダマンタンエタノール 43.2 g、プロピオン酸ビニル 48.1 g
 5、炭酸ナトリウム 15.3 g、トルエン 120 ml、ジ- μ -クロロビス(1, 5-シクロオクタジエン) ニイリジウム (I) 1.62 g の混合物を 4 つ口フラスコに入れ、窒素雰囲気下、100℃で加熱しつつ、4 時間攪拌した。反応液中の沈殿を濾別し、濾液を減圧濃縮した。濃縮物を減圧蒸留精製し、下記式 (16) で表される 2-(アダマンタン-1-イル) エチルビニルエーテル 34.8 g を得た。



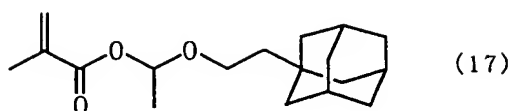
[2-(アダマンタン-1-イル) エチルビニルエーテルのスペクトルデータ]

15 $^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) δ : 1.46(t, 2H), 1.53(d, 6H), 1.62-1.72(m, 6H), 1.95(m, 3H), 3.73(t, 2H), 3.96(m, 1H), 4.16(m, 1H), 6.46(m, 1H)

製造例 4

2-(アダマンタン-1-イル) エチルビニルエーテル 32.8 g、
 20 メタクリル酸 68.4 g、リン酸 0.16 g、4-メトキシフェノール 0.164 g、トルエン 290 ml の混合物を 4 つ口フラスコに入れ、窒素雰囲気下、20℃で 6 時間攪拌した。反応終了後、反応液を 10 重量%炭酸ナトリウム水溶液 500 ml で 2 回、10 重量%食塩水 500 ml で 1 回洗浄し、有機層を減圧濃縮した。濃縮物をシリカゲルカラム
 25 クロマトグラフィーで精製し、下記式 (17) で表される 1-[2-(アダマンタン-1-イル) エトキシ] エチル (メタ) アクリレート 38

6 g を得た。

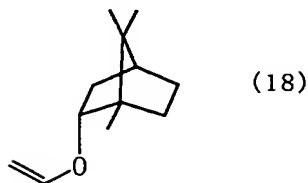


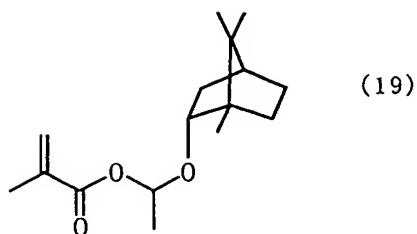
- 5 [1 - [2 - (アダマンタン-1-イル) エトキシ] エチル (メタ) アクリレートのスペクトルデータ]

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) δ : 1.37-1.41 (m, 2H), 1.43 (d, 3H), 1.50 (d, 6H), 1.60-1.71 (m, 6H), 1.93 (m, 3H), 1.96 (m, 3H), 3.53 (m, 1H), 3.72 (m, 1H), 5.60 (m, 1H), 5.97 (m, 1H), 6.16 (m, 1H)

10 製造例 5

- 下記式 (18) で表されるボルニルビニルエーテル 18.0 g (0.1 mol)、メタクリル酸 43.0 g (0.5 mol)、リン酸 98 mg (1 mmol)、4-メトキシフェノール 12 mg (0.1 mmol)、トルエン 180 ml の混合物を 4 つ口フラスコに入れ、窒素雰囲気下、20℃で6時間攪拌した。反応終了後、反応液を 10 重量%炭酸ナトリウム水溶液 200 ml で 2 回、10 重量%食塩水 200 ml で 1 回洗浄し、有機層を減圧濃縮した。濃縮物をシリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、下記式 (19) で表される 1 - (ボルニルオキシ) エチルメタクリレート 22.8 g (85 mmol, 収率 85%) を得た。
- 20 。なお、ボルニルビニルエーテルは、(一) -ボルネオールとプロピオン酸ビニルから、特開 2003-73321 号公報に記載の方法を用いて合成し、蒸留精製したものを用いた。





5

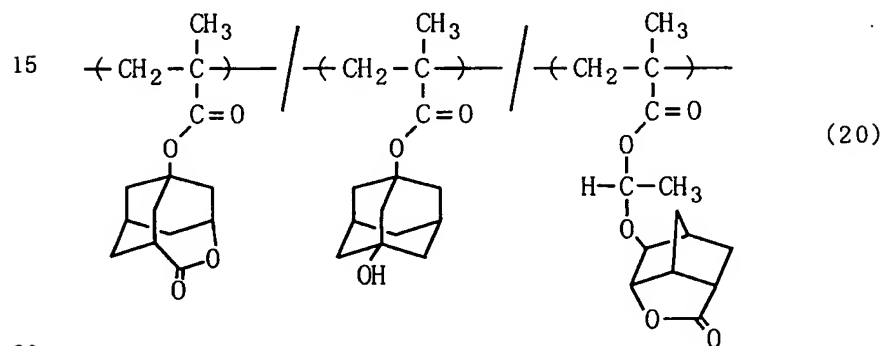
[1 - (ボルニルオキシ) エチルメタクリレート のスペクトルデータ]

$^1\text{H-NMR}$ (CDCl_3) δ : 0.80-0.84(m, 9H), 0.86(d, 1H), 1.18-1.27(m, 2H), 1.42-1.45(d, 3H), 1.57-1.70(m, 2H), 1.94(s, 3H), 1.95-1.99(m, 1H), 2.05-2.20(m, 1H), 3.79-3.82(m, 1H), 5.56(m, 1H), 5.97-6.00(m, 1H), 6.12(m, 1H)

10

実施例 1

下記構造の樹脂の合成



15

20

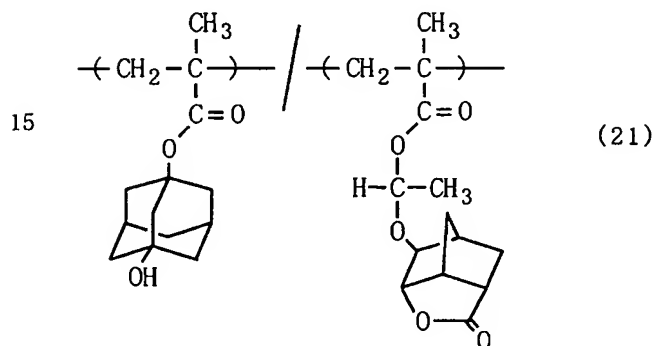
攪拌機、温度計、滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラスコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート (PGMEA) とプロピレングリコールモノメチルエーテル (PGME) をそれぞれ 16.5 g 導入し、85℃に昇温後、1-メタクリロイルオキシ-4-オキサトリシクロ [4.3.1.1^{3,8}] ウンデカン-5-オン 4.93 g、1-ヒドロキシ-3-メタクリロイルオキシアダマンタン 4.

25

- 66 g、2-(1-メタクリロイルオキシエトキシ)-4-オキサトリシクロ[4.2.1.0^{3,7}]ノナン-5-オン5.41 gと、ジメチル-2,2'-アゾビス(2-メチルプロピオネート)(開始剤;和光純薬工業製、商品名「V-601」)0.60 gを、PGMEAとPGMEそれぞれ34.2 gの混合溶液とし、これらを4時間かけて滴下した。滴下後2時間熟成した。得られた反応液をヘプタン733 gと酢酸エチル81 gの混合液中に滴下し、沈殿したポリマーをヌッチェにて回収した。得られたポリマーを減圧下で乾燥し、目的物13.8 gを得た。得られたポリマーの重量平均分子量(M_w)は9800、分子量分布(M_w/M_n)は1.88であった(GPC測定値、ポリスチレン換算)。

実施例 2

下記構造の樹脂の合成

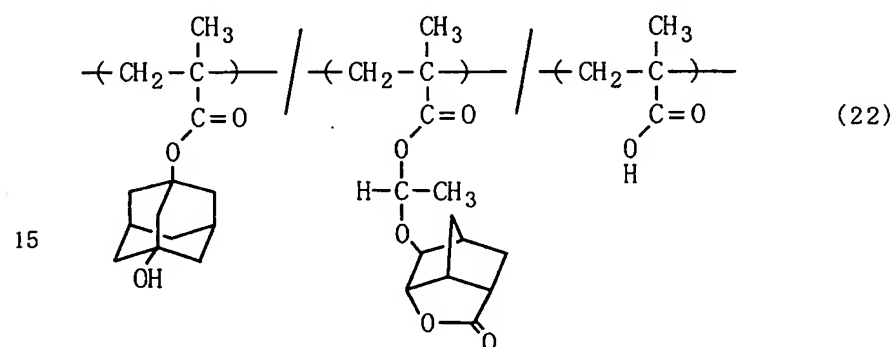


- 20 攪拌機、温度計、滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラスコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート(PGMEA)とプロピレングリコールモノメチルエーテル(PGME)をそれぞれ16.5 g導入し、85℃に昇温後、1-ヒドロキシー-3-メタクリロイルオキシアダマンタン4.13 g、2-(1-メタクリロイルオキシエトキシ)-4-オキサトリシクロ[4.2.1.0^{3,7}]ノナン-5-オン10.87 gと、ジメチル-2,2'-アゾビス(2-メチル
- 25

プロピオネート) (開始剤; 和光純薬工業製、商品名「V-601」)
 0.60 g を、PGMEA と PGME それぞれ 34.2 g の混合溶液と
 し、これらを 4 時間かけて滴下した。滴下後 2 時間熟成した。得られた
 反応液をヘプタン 733 g と酢酸エチル 81 g の混合液中に滴下し、沈
 殿したポリマーをヌッチェにて回収した。得られたポリマーを減圧下で
 乾燥し、目的物 13.5 g を得た。得られたポリマーの重量平均分子量
 (M_w) は 10100、分子量分布 (M_w/M_n) は 1.90 であった (G
 PC 測定値、ポリスチレン換算)。

実施例 3

10 下記構造の樹脂の合成

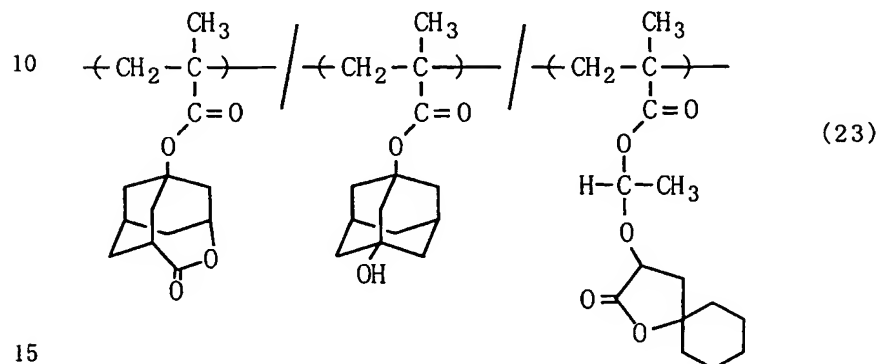


攪拌機、温度計、滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラ
 スコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート (PGM
 20 EA) とプロピレングリコールモノメチルエーテル (PGME) をそれ
 ぞれ 16.5 g 導入し、85℃に昇温後、1-ヒドロキシ-3-メタク
 リロイルオキシアダマンタン 4.44 g、2-(1-メタクリロイルオ
 キシエトキシ)-4-オキサトリシクロ[4.2.1.0^{3,7}]ノナン-
 5-オン 10.02 g、メタクリル酸 0.54 g と、ジメチル-2,2
 25'-アゾビス(2-メチルプロピオネート) (開始剤; 和光純薬工業製
 、商品名「V-601」) 0.60 g を、PGMEA と PGME それぞ

れ 3 4. 2 g の混合溶液とし、これらを 4 時間かけて滴下した。滴下後
2 時間熟成した。得られた反応液をヘプタン 7 3 3 g と酢酸エチル 8 1
g の混合液中に滴下し、沈殿したポリマーをヌッチェにて回収した。得
られたポリマーを減圧下で乾燥し、目的物 1 3. 5 g を得た。得られた
5 ポリマーの重量平均分子量 (M_w) は 1 0 0 0 0、分子量分布 (M_w/M_n) は 1. 9 0 であった (GPC 測定値、ポリスチレン換算)。

実施例 4

下記構造の樹脂の合成

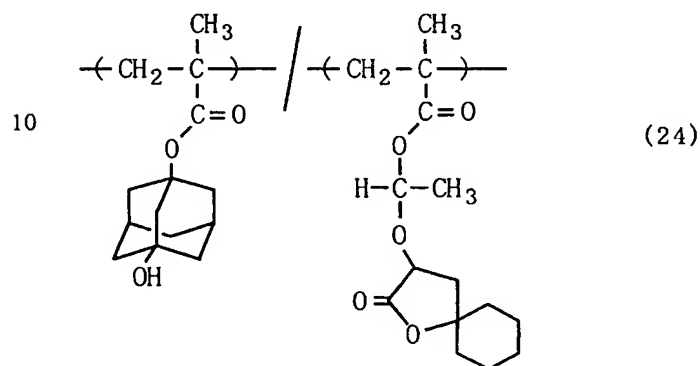


攪拌機、温度計、滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラス
スコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート (PGM
EA) とプロピレングリコールモノメチルエーテル (PGME) をそれ
ぞれ 1 6. 5 g 導入し、8 5 °C に昇温後、1-メタクリロイルオキシ-
20 4-オキサトリシクロ [4. 3. 1. 1^{3,8}] ウンデカン-5-オン 4.
8 8 g、1-ヒドロキシ-3-メタクリロイルオキシアダマンタン 4.
6 1 g、3-(1-メタクリロイルオキシエトキシ)-1-オキサスピ
ロ [4. 5] デカン-2-オン 5. 5 1 g と、ジメチル-2, 2'-ア
ゾビス (2-メチルプロピオネート) (開始剤; 和光純薬工業製、商品
25 名「V-601」) 0. 6 0 g を、PGMEA と PGME それぞれ 3 4.
2 g の混合溶液とし、これらを 4 時間かけて滴下した。滴下後 2 時間

熟成した。得られた反応液をヘキサン 733 g と酢酸エチル 81 g の混合液中に滴下し、沈殿したポリマーをヌッチェにて回収した。得られたポリマーを減圧下で乾燥し、目的物 12.6 g を得た。得られたポリマーの重量平均分子量 (M_w) は 9900、分子量分布 (M_w/M_n) は 1.591 であった (GPC 測定値、ポリスチレン換算)。

実施例 5

下記構造の樹脂の合成

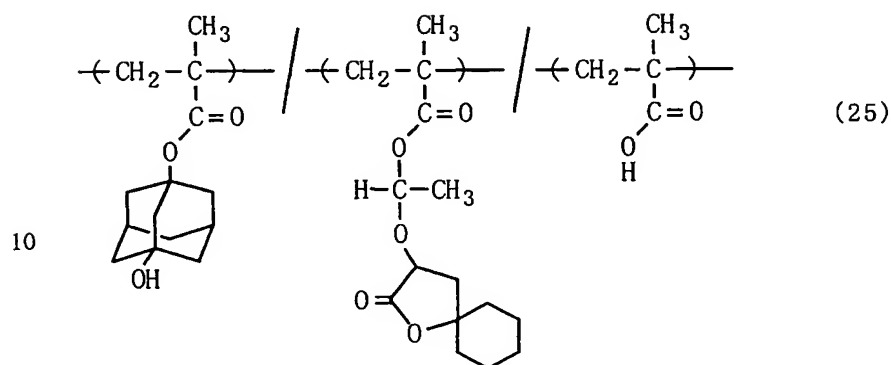


15 攪拌機、温度計、滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラスコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート (PGMEA) とプロピレングリコールモノメチルエーテル (PGME) をそれぞれ 16.5 g 導入し、85℃に昇温後、1-ヒドロキシ-3-メタクリロイルオキシアダマンタン 3.96 g、3-(1-メタクリロイルオキシエトキシ)-1-オキサスピロ[4.5]デカン-2-オン 11.04 g と、ジメチル-2,2'-アゾビス(2-メチルプロピオネート) (開始剤; 和光純薬工業製、商品名「V-601」) 0.60 g を、PGMEA と PGME それぞれ 34.2 g の混合溶液とし、これらを 4 時間かけて滴下した。滴下後 2 時間熟成した。得られた反応液をヘキサ
25 ン 733 g と酢酸エチル 81 g の混合液中に滴下し、沈殿したポリマーをヌッチェにて回収した。得られたポリマーを減圧下で乾燥し、目的物

12.8 gを得た。得られたポリマーの重量平均分子量 (M_w) は9800、分子量分布 (M_w/M_n) は1.89であった (GPC測定値、ポリスチレン換算)。

実施例6

5 下記構造の樹脂の合成



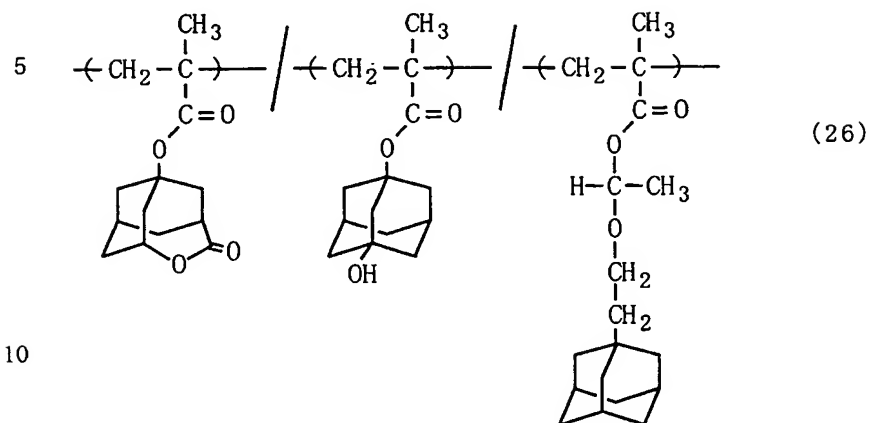
攪拌機、温度計、滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラスコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート (PGMEA) とプロピレングリコールモノメチルエーテル (PGME) をそれぞれ16.5 g 導入し、85℃に昇温後、1-ヒドロキシ-3-メタクリロイルオキシアダマンタン4.27 g、3-(1-メタクリロイルオキシエトキシ)-1-オキサスピロ[4.5]デカン-2-オン10.21 g、メタクリル酸0.52 gと、ジメチル-2,2'-アゾビス(2-メチルプロピオネート) (開始剤; 和光純薬工業製、商品名「V-601」) 0.60 gを、PGMEAとPGMEそれぞれ34.2 gの混合溶液とし、これらを4時間かけて滴下した。滴下後2時間熟成した。得られた反応液をヘキサン733 gと酢酸エチル81 gの混合液中に滴下し、沈殿したポリマーをヌツチェにて回収した。得られたポリマー

25 を減圧下で乾燥し、目的物12.5 gを得た。得られたポリマーの重量平均分子量 (M_w) は10100、分子量分布 (M_w/M_n) は1.88で

あった（GPC測定値、ポリスチレン換算）。

実施例 7

下記構造の樹脂の合成



攪拌機、温度計、滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラスコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGMEA）とプロピレングリコールモノメチルエーテル（PGME）をそれぞれ 16.5 g 導入し、85℃に昇温後、1-メタクリロイルオキシ-4-オキサトリシクロ[4.3.1.1^{3,8}]ウンデカン-5-オン 4.77 g、1-ヒドロキシ-3-メタクリロイルオキシアダマンタン 4.50 g、1-[2-(アダマンタン-1-イル)エトキシ]エチルメタクリレート 5.74 g と、ジメチル-2,2'-アゾビス(2-メチルプロピオネート)（開始剤；和光純薬工業製、商品名「V-601」）0.60 g を、PGMEA と PGME それぞれ 34.2 g の混合溶液とし、これらを 4 時間かけて滴下した。滴下後 2 時間熟成した。得られた反応液をヘプタン 733 g と酢酸エチル 81 g の混合液中に滴下し、沈殿したポリマーをヌッチェにて回収した。得られたポリマーを減圧下で乾燥し、目的物 13.5 g を得た。得られたポリマーの重量平均分子量（ M_w ）は 9300、分子量分布（ M_w/M_n ）は 1.92 であった（GPC

15

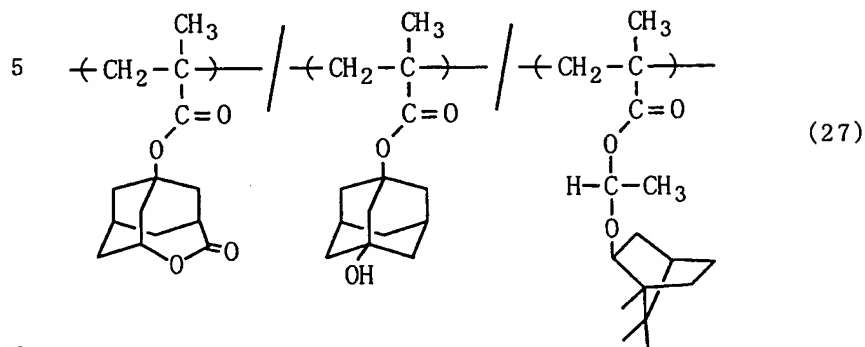
20

25

C 測定値、ポリスチレン換算)。

実施例 8

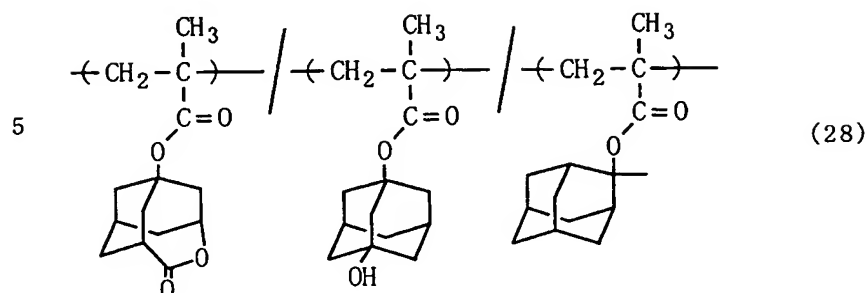
下記構造の樹脂の合成



攪拌機、温度計、滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラスコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート (PGMEA) とプロピレングリコールモノメチルエーテル (PGME) をそれぞれ 16.5 g 導入し、85℃に昇温後、1-メタクリロイルオキシ-
 15 4-オキサトリシクロ [4.3.1.1^{3,8}] ウンデカン-5-オン 4.93 g、1-ヒドロキシ-3-メタクリロイルオキシアダマンタン 4.66 g、1-(ボルニルオキシ) エチルメタクリレート 5.41 g と、ジメチル-2,2'-アゾビス (2-メチルプロピオネート) (開始剤; 和光純薬工業製、商品名「V-601」) 0.60 g を、PGMEA
 20 と PGME それぞれ 34.2 g の混合溶液とし、これらを 4 時間かけて滴下した。滴下後 2 時間熟成した。得られた反応液をヘプタン 733 g と酢酸エチル 81 g の混合液中に滴下し、沈殿したポリマーをヌッチェにて回収した。得られたポリマーを減圧下で乾燥し、目的物 13.2 g を得た。得られたポリマーの重量平均分子量 (M_w) は 9400、分子量
 25 分布 (M_w/M_n) は 1.90 であった (GPC 測定値、ポリスチレン換算)。

比較例 1

下記構造の樹脂の合成



10 攪拌機、温度計、滴下ロート及び窒素導入管を備えたセパラブルフラ
スコに、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート（PGME
EA）とプロピレングリコールモノメチルエーテル（PGME）をそれ
ぞれ 16.5 g 導入し、85℃に昇温後、1-メタクリロイルオキシ
4-オキサトリシクロ[4.3.1.1^{3,8}]ウンデカン-5-オン 5.
16 g、1-ヒドロキシ-3-メタクリロイルオキシアダマンタン 4.
15 87 g、2-メタクリロイルオキシ-2-メチルアダマンタン 4.97
g と、ジメチル-2,2'-アゾビス（2-メチルプロピオネート）（
開始剤；和光純薬工業製、商品名「V-601」）0.60 g を、PG
MEA と PGME それぞれ 34.2 g の混合溶液とし、これらを 4 時間
かけて滴下した。滴下後 2 時間熟成した。得られた反応液をヘプタン 7
20 33 g と酢酸エチル 81 g の混合液中に滴下し、沈殿したポリマーをヌ
ッチェにて回収した。得られたポリマーを減圧下で乾燥し、目的物 13
.5 g を得た。得られたポリマーの重量平均分子量（ M_w ）は 9800、
分子量分布（ M_w/M_n ）は 1.88 であった（GPC 測定値、ポリスチ
レン換算）。

25 評価試験

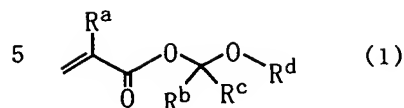
上記実施例及び比較例で得られた各ポリマーについて、該ポリマー 100 重量

部とトリフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネート10重量部とを溶媒であるプロピレングリコールモノメチルエーテル(PGME)と混合して、ポリマー濃度17重量%のフォトレジスト用樹脂組成物を調製した。この組成物をシリオンウエハー上にスピンコーティング法により塗布し、厚み1.0 μm の感光層を形成した。ホットプレートにより温度100℃で150秒間プリベークした後、波長247 nmのKrFエキシマレーザーを用い、マスクを介して、照射量30 mJ/cm²で露光した後、温度100℃で60秒間ポストベークした。

次いで、0.3 Mのテトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液により60秒間現像し、純水でリンスした。その結果、実施例のポリマーを用いた場合は何れも、0.20 μm のライン・アンド・スペースパターンが鮮明に精度よく得られたが、比較例のポリマーを用いた場合には、該パターンの精度は悪く鮮明さに欠けていた。

請 求 の 範 囲

1. 下記式 (1)

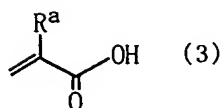


(式中、 R^a は水素原子、ハロゲン原子、炭素数1～6のアルキル基又は炭素数1～6のハロアルキル基を示し、 R^b は1位に水素原子を有する炭化水素基を示し、 R^c は水素原子又は炭化水素基を示し、 R^d は環式骨格を含む有機基を示す)

10 で表される不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステル。

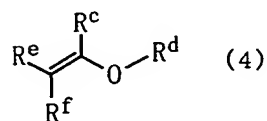
2. R^d における環式骨格がラクトン骨格又は非芳香族性多環式骨格である請求の範囲第1項記載の不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステル。

15 3. 下記式 (3)



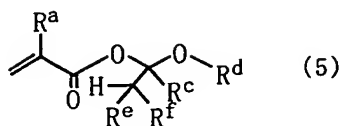
(式中、 R^a は水素原子、ハロゲン原子、炭素数1～6のアルキル基又は炭素数1～6のハロアルキル基を示す)

20 で表される不飽和カルボン酸を、下記式 (4)



25 (式中、 R^c は水素原子又は炭化水素基を示し、 R^d は環式骨格を含む有機基を示し、 R^e 、 R^f はそれぞれ水素原子又は炭化水素基を示す)

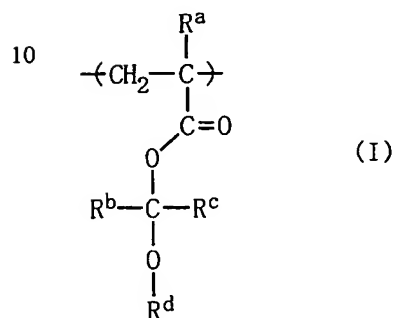
で表されるビニルエーテル化合物と反応させて、下記式 (5)



5 (式中、 R^a 、 R^e 、 R^d 、 R^e 、 R^f は前記に同じ)

で表される不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルを得ることを特徴とする不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルの製造法。

4. 下記式 (I)



15

(式中、 R^a は水素原子、ハロゲン原子、炭素数 1 ～ 6 のアルキル基又は炭素数 1 ～ 6 のハロアルキル基を示し、 R^b は 1 位に水素原子を有する炭化水素基を示し、 R^c は水素原子又は炭化水素基を示し、 R^d は環式骨格を含む有機基を示す)

20 で表される繰り返し単位を含む高分子化合物。

5. さらに、ラクトン骨格含有単量体、環状ケトン骨格含有単量体、酸無水物基含有単量体及びイミド基含有単量体から選択された少なくとも 1 種の単量体に対応する繰り返し単位 [式 (I) で表される繰り返し単位を除く] を含む請求の範囲第 4 項記載の高分子化合物。

25 6. さらに、ヒドロキシル基含有単量体、メルカプト基含有単量体及びカルボキシル基含有単量体から選択された少なくとも 1 種の単量体に

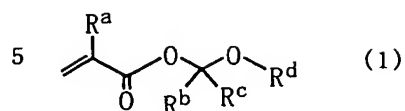
対応する繰り返し単位を含む請求の範囲第 4 項又は第 5 項記載の高分子化合物。

7. 請求の範囲第 4 項～第 6 項の何れかの項に記載の高分子化合物と光酸発生剤とを少なくとも含むフォトレジスト用樹脂組成物。

- 5 8. 請求の範囲第 7 項記載のフォトレジスト用樹脂組成物を基材又は基板上に塗布してレジスト塗膜を形成し、露光及び現像を経てパターンを形成する工程を含む半導体の製造方法。

要 約 書

下記式 (1)



(式中、 R^a は水素原子、ハロゲン原子、炭素数1～6のアルキル基又は炭素数1～6のハロアルキル基を示し、 R^b は1位に水素原子を有する炭化水素基を示し、 R^c は水素原子又は炭化水素基を示し、 R^d は環式骨格を含む有機基を示す) で表される不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルに対応する繰返し単位を含む高分子化合物。この高分子化合物は、さらに、ラクトン骨格含有単量体、環状ケトン骨格含有単量体、酸無水物基含有単量体及びイミド基含有単量体から選択された少なくとも1種の単量体に対応する繰返し単位〔前記不飽和カルボン酸ヘミアセタールエステルに対応する繰返し単位を除く〕、及び／又はヒドロキシ

10

ル基含有単量体等から選択された少なくとも1種の単量体に対応する繰返し単位を含んでもよい。この高分子化合物は、フォトレジスト用として用いた場合に優れた酸脱離性を示す。

15